

Bilan du programme POSEIDOM

« Eradication des Babésioses et de l'Anaplasmose à la Réunion »

E. TILLARD, S. MESSAD
CIRAD-EMVT

Décembre 98

INTRODUCTION GENERALE

L'historique du projet « Eradication de l'anaplasmose et des babésioses à la Réunion » est résumé dans l'arrêté préfectoral du 12 août 1994 qui stipule qu'à compter du 1^{er} avril 1994, un plan d'éradication de l'anaplasmose et des babésioses d'une durée de 5 ans, est mis en oeuvre dans le département de la Réunion et comporte 4 volets :

- Lutte chimique contre les stomoxes et les tiques
- Lutte biologique contre les stomoxes
- Recensement précis et généralisé du cheptel et sa mise à jour régulière
- Contrôle de l'efficacité de l'action par un bilan sanitaire avec épidémiologie-surveillance des maladies transmises par les tiques.

De nombreux partenaires du programme ont effectué un travail important. Leurs rôles sont les suivants :

Le GRDSBR est maître d'oeuvre et d'ouvrage du projet. Il s'assure de la bonne exécution des traitements par les éleveurs et de la mise à disposition des produits auprès des vétérinaires traitants. Il exécute le suivi entomologique en ferme (comptage des vecteurs), assure l'élevage et le lâcher des pupes parasitées ainsi que le contrôle du parasitisme. Il centralise enfin l'ensemble des fichiers informatiques de données.

L'EDE est chargé de l'identification généralisée du cheptel, et du contrôle des performances dans les élevages du suivi en fermes (contrôle laitier, contrôle de croissance, suivi de la reproduction).

Le CIRAD est chargé d'apporter son aide à la définition des protocoles des bilans sérologiques initial et final et des suivis entomologiques et épidémiologiques (suivi en fermes). Il précise également les protocoles de production de stomoxes et de parasitoïdes et les protocoles de contrôle de leur efficacité sur le terrain. Il élabore et fournit à la DSV un programme de saisie informatique des données, effectue l'analyse statistique des données et l'interprétation des résultats. Le CIRAD est chargé par ailleurs des analyses sérologiques vis à vis des babésioses, de l'anaplasmose, de la cowdriose et de la dermatophilose (Guadeloupe) et de la maladie d'Akabane (Maisons Alfort).

Les vétérinaires sanitaires effectuent les visites et les prélèvements sanguins prévus dans les 24 élevages du suivi en ferme et les communiquent à la DSV.

La DSV est destinataire de toutes les informations du suivi et assure leur saisie suivant les termes de l'arrêté préfectoral.

Le Laboratoire Vétérinaire Départemental est chargé des analyses sérologiques vis à vis de la leucose, de la maladie des muqueuses, de la chlamydiose et de la fièvre Q. L'Institut Pasteur de Paris est chargé des analyses sérologiques vis à vis de la Fièvre de la Vallée du Rift et de la maladie de Wesselsbrön.

Compte tenu de l'impact zootechnique et économique pressenti de l'anaplasmose et des babésioses à la Réunion et la présence des vecteurs assurant leur transmission (tiques, mouches piqueuses), les objectifs fixés par le programme s'inscrivent dans la durée. Ils consistent à court terme, à mener une action intense et durable sur les populations de vecteurs par la lutte chimique et à mettre en place une lutte biologique alternative contre les stomoxes. Les objectifs à long terme prévoient in fine de ramener de façon pérenne les populations d'insectes et de tiques à un niveau compatible avec de bonnes performances zootechniques sans altérer les défenses immunitaires des animaux (Barré et al., 1994)

Nous envisagerons successivement les bilans sérologiques initial et final, puis les différents éléments du suivi en fermes.

1. Bilans sérologiques.

Le programme POSEIDOM « Eradication des Babésioses et de l'Anaplasmose à La Réunion » (décision CEE du 8 mars 1994 et Arrêté Préfectoral n° 2133 chap.III Art. 8) prévoyait la réalisation en début et fin de campagne, soit en 1994 et 1998, d'une enquête sérologique destinée à établir la prévalence de certaines maladies transmises par les insectes piqueurs et les tiques dans le cheptel bovin et petit ruminant de La Réunion. L'objectif était de fournir une description de la situation épidémiologique de départ des différentes maladies vectorielles sur l'île, et, par l'examen de l'évolution de leur séroprévalence, un élément indirect d'appréciation des effets de la lutte contre les vecteurs.

1.1. Méthodologie.

Les maladies recherchées pour chacune des deux espèces figurent dans le tableau 1.

Sérums	Bovin	Caprin	94	98	Seuil +	Méthode	Organisme
Cowdriose	X	X	x	X	%DO>50	ELISA	CIRAD-EMVT Guadeloupe
Fièvre de la vallée du Rift	X	X	X			ELISA IFI	Institut Pasteur
Maladie de Wesselsbrön	X	X	X			ELISA IFI	Institut Pasteur
Maladie d'Akabane	X	X	X		1/64	Séroneutralisation	CIRAD-EMVT Pathotrop
Anaplasmose	X		X	X	%DO>50	ELISA	CIRAD-EMVT Guadeloupe
Babésiose à <i>B. bovis</i>	X		X	X	%DO>50	ELISA	CIRAD-EMVT Guadeloupe
Babésiose à <i>B. bigemina</i>	X		x	X	%DO>50	ELISA	CIRAD-EMVT Guadeloupe
Dermatophilose	X	X	X		%DO>54	ELISA	CIRAD-EMVT Guadeloupe
Fièvre Q	X	X	X	X	1/10 - 1/20	FC	LVD Réunion
Chlamydiose	X	X	X	X	1/10 - 1/20	FC	LVD Réunion
Leucose bovine	X		X	X	%DO>50	ELISA	LVD Réunion
Maladie des muqueuses	X		X	X	%DO>50	ELISA	LVD Réunion

Tableau 1 : agents recherchés, méthode utilisée, seuils et organismes concernés.

IFI : immuno fluorescence indirecte – FC : fixation du complément

Les prises de sang ont été réalisées sur vacutainer sec par les techniciens des Services Vétérinaires, en décembre 1994 et janvier 1995 pour le bilan initial et entre janvier et mai 1998 pour le bilan final. Le Laboratoire Vétérinaire Départemental a pris en charge la centrifugation, la répartition et l'expédition des sérums. Les analyses ont été réalisées par les différents organismes précisés dans le tableau 1. Ce tableau précise également les méthodes sérologiques utilisées et les seuils de positivité retenus. Les tests sérologiques utilisés pour les hémoparasitoses ont évolué entre les 2 bilans. Pour la cowdriose, un test ELISA indirect avec des corps élémentaires purifiés (CJE Crag iELISA) a été utilisée pour le bilan initial et un test MAP1B-ELISA indirect pour le bilan final (Mondry et al., 1998). La spécificité du test utilisé pour le bilan final est supérieure. Pour l'anaplasmose et les babésioses, un test dot-ELISA a été utilisé en 94 et un test: ELISA indirect en microplaques en 98 (Montenegro-James et al., 1990). Les spécificités (*Anaplasma* 96%, *B bovis* 82%, *B bigemina* 79%) et les sensibilités (*Anaplasma* 93%, *B bovis* 95%, *B bigemina* 98%) des tests utilisés pour le bilan initial sont très proches de celles utilisées pour le bilan final (toutes supérieures à 95%). Pour la chlamydiose et la fièvre Q, les résultats sont donnés pour les 2 seuils, 1/10^{ème} et 1/20^{ème} (Russo, 1990). Les tests utilisés pour la leucose et la maladie des muqueuses sont décrits dans (Synbiotic, 1998 ; Rhone Mérieux, 1997). Les comparaisons entre 94 et 98 seront toutes réalisées avec des seuils de positivité identiques.

Echantillonnage

Le but de l'opération est de préciser avec une erreur acceptable la prévalence des maladies dont l'existence à la Réunion est connue (anaplasmose, babésioses, cowdriose) et de confirmer l'absence de celles qui n'ont pas été décrites (fièvre de la vallée du rift, maladie d'Akabane, fièvre de 3 jours, maladie de Wesselsbron) (Barre et al., 1994). Ces objectifs nécessitent de constituer un échantillonnage représentatif du cheptel réunionnais.

Un objectif de 900 bovins et 600 caprins avait été fixé dès le départ pour chaque bilan. Grâce à l'identification pérenne généralisée (IPG) menée par l'EDE, le choix des bovins prélevés a pu être établi sur la base de trois critères: la zone, l'âge et le type d'élevage. Cinq zones ont été définies (figure 1) en fonction de la pluviométrie, de l'altitude et de la proximité des champs de canne (gîte de ponte des stomoxes). Trois classes d'âge pour les bovins (6-18 mois, 18-36 mois, >36 mois) ont été retenues. La distinction de la prévalence par classe d'âge permet de mieux caractériser la circulation des agents infectieux. Quatre types d'élevage (Allaitant, laitier, engraisseur, non adhérent) ont également été distingués. L'absence d'IPG chez les caprins n'a permis d'élaborer l'échantillonnage que sur 2 critères, la zone (5) et l'âge (2 classes, moins de 2 ans et plus de 2 ans).

Pour les deux bilans, 60 bovins et 60 caprins ont été choisis au hasard pour chaque classe d'âge et pour chaque zone, en faisant toutefois en sorte pour les bovins que l'effectif par classe d'âge et par zone soit proportionnel à la distribution des animaux dans les quatre grands types d'élevage (tableau II) (Lanot, 1996). Les résultats sont ainsi exprimés et comparés pour une population théorique dans laquelle toutes les classes d'âge et toutes les zones sont équitablement représentées. In fine, les proportions d'animaux prélevés sont relativement proches des proportions d'animaux réellement présents à la Réunion communiquées par les statistiques de l'EDE (EDE, 1995). On observe toutefois pour le bilan initial une sous représentation des animaux en engraissement et à un moindre degré des animaux en élevages allaitants, et à l'inverse, une sur-représentation (10%) des animaux des non adhérents. Le choix des animaux a été réalisé sur le terrain à partir de listings émis par l'EDE. Les animaux absents ont été remplacés par un animal de la même catégorie d'âge et du même élevage dans la mesure du possible.

La saisie de la liste des animaux prélevés a été effectuée avec l'aide d'un logiciel informatique programmé sous le logiciel Microsoft Foxpro® spécialement pour cette occasion par le CIRAD-EMVT (Lanot, 1996). L'ensemble des résultats sérologiques provenant du Laboratoire Vétérinaire Départemental, du CIRAD-EMVT Guadeloupe, du CIRAD-EMVT Maisons-Alfort ou de l'Institut Pasteur ont ensuite été couplés à cette liste grâce au numéro de sérum unique pour constituer une base de données de 3070 prélèvements et près de 22000 résultats d'analyses sérologiques. Après analyse, compte tenu des pertes incompressibles en laboratoire (tubes cassés, erreurs de numérotation, sérums anticcomplémentaires...), les résultats reçus concernent, par catégorie, les effectifs du tableau II.

Bilan initial	BOVINS				CAPRINS			TOTAL
	Classes d'âge			Total	Classes d'âge		Total	GLOBAL
Zone	6-18 mois	18-36 mois	>36 mois		< 2 ans	> 2 ans		
1	51	50	64	165	59	53	112	277
2	52	62	63	177	42	41	83	260
3	52	64	60	176	64	58	122	298
4	51	74	69	194	77	68	145	339
5	53	52	63	168	60	62	122	290
Total	259	302	319	880	302	282	584	1464
Bilan final								
1	63	61	63	187	60	60	120	307
2	71	72	73	216	51	50	101	317
3	80	80	72	232	58	59	117	349
4	75	75	67	217	76	76	152	369
5	57	64	56	177	43	44	87	266
Total	346	352	331	1029	288	289	577	1606

Tableau II. Répartition des prélèvements pour les bilans initial et final.

1.2. Résultats.

Pour chaque agent infectieux, les prévalences sont calculées par le rapport du nombre d'animaux positifs (résultat sérologique supérieur ou égal au seuil retenu) au nombre total d'animaux prélevés dont le résultat sérologique est connu. Les tableaux III et IV présentent les résultats des bilans initial et final pour les bovins pour chaque agent infectieux par zone et par type d'élevage. Les tableaux V et VI présentent les résultats obtenus pour les caprins, par zone. Les tableaux VII et VIII permettent de rapprocher les résultats obtenus à quatre années d'intervalle, pour chaque type d'élevage, chaque zone et chaque espèce. Enfin, les tableaux IX et X présentent les résultats par classe d'âge, par année, et par type de production. Le nombre de prélèvements valides, la prévalence et l'erreur standard sont présentés à chaque fois.

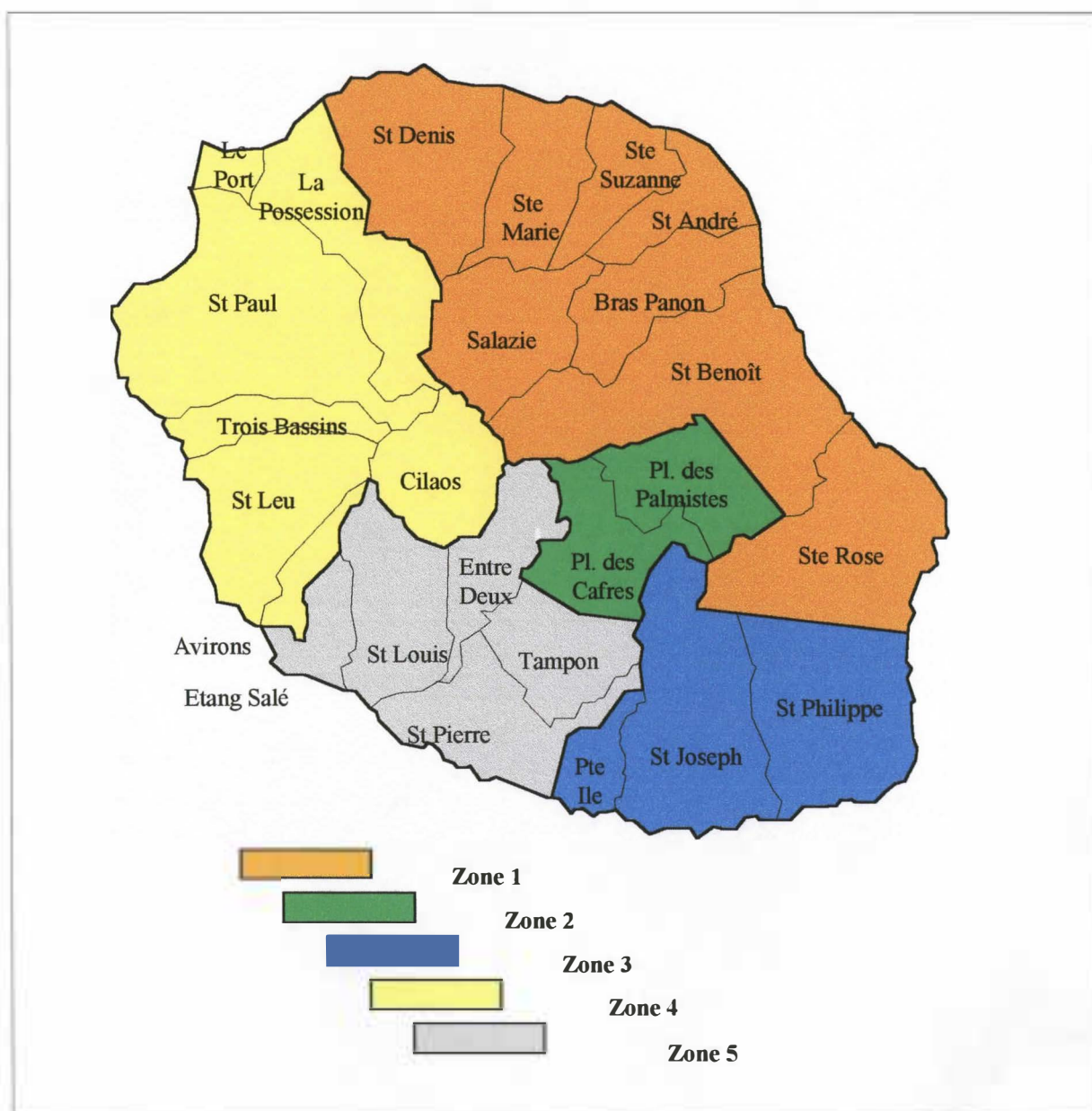


Figure 1. Les 5 zones de l'île de la Réunion.

	Zone	TYPE												Total			
		Allaitant			Laitier			Engraisseur			Non Adhérent						
		Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	
ANAPLASMA	1	9	22%	15%				1	100%			153	8%	2%	163	9%	2%
	2	66	33%	6%	58	41%	7%					50	20%	6%	174	32%	4%
	3				78	15%	4%	0				77	13%	4%	155	14%	3%
	4	59	36%	6%	10	20%	13%	4	25%	25%		118	18%	4%	191	24%	3%
	5	14	29%	13%	6	50%	22%	9	11%	11%		135	14%	3%	164	16%	3%
	Total	148	33%	4%	152	27%	4%	14	21%	11%		533	14%	1%	847	19%	1%
COWDRIA	1	9	56%	18%				1	0%			154	53%	4%	164	52%	4%
	2	66	15%	4%	58	36%	6%					50	24%	6%	174	25%	3%
	3				78	41%	6%	0				77	42%	6%	155	41%	4%
	4	59	42%	6%	10	30%	15%	4	50%	29%		118	42%	5%	191	41%	4%
	5	14	50%	14%	6	17%	17%	9	22%	15%		136	28%	4%	165	29%	4%
	Total	148	32%	4%	152	38%	4%	14	29%	13%		535	40%	2%	849	38%	2%
B. BIGEMINA	1	9	56%	18%				1	100%			153	31%	4%	163	33%	4%
	2	66	56%	6%	58	60%	6%					50	46%	7%	174	55%	4%
	3				78	46%	6%	0				77	32%	5%	155	39%	4%
	4	59	73%	6%	10	70%	15%	4	50%	29%		118	47%	5%	191	57%	4%
	5	14	57%	14%	6	83%	17%	9	44%	18%		135	32%	4%	164	37%	4%
	Total	148	63%	4%	152	55%	4%	14	50%	14%		533	37%	2%	847	45%	2%
B. BOVIS	1	9	44%	18%				1	0%			153	10%	2%	163	12%	3%
	2	66	56%	6%	58	34%	6%					50	42%	7%	174	45%	4%
	3				78	23%	5%	0				77	6%	3%	155	15%	3%
	4	59	58%	6%	10	30%	15%	4	25%	25%		118	34%	4%	191	41%	4%
	5	14	36%	13%	6	33%	21%	9	22%	15%		135	20%	3%	164	22%	3%
	Total	148	54%	4%	152	28%	4%	14	21%	11%		533	20%	2%	847	28%	2%
DERMATOPHILUS	1	9	22%	15%				1	0%			154	9%	2%	164	10%	2%
	2	66	15%	4%	58	16%	5%					50	10%	4%	174	14%	3%
	3				78	4%	2%	0				77	13%	4%	155	8%	2%
	4	59	14%	4%	10	10%	10%	4	0%	0%		119	13%	3%	192	13%	2%
	5	14	14%	10%	6	0%	0%	9	33%	17%		135	9%	2%	164	10%	2%
	Total	148	15%	3%	152	9%	2%	14	21%	11%		535	11%	1%	849	11%	1%
FIEVRE Q Dilution 1/10 ^{ème}	1	9	33%	17%				1	100%			155	20%	3%	165	21%	3%
	2	67	22%	5%	57	32%	6%					50	16%	5%	174	24%	3%
	3				77	34%	5%	6	50%	22%		80	15%	4%	163	25%	3%
	4	56	4%	3%	10	30%	15%	4	0%	0%		111	25%	4%	181	18%	3%
	5	14	21%	11%	6	17%	17%	8	50%	19%		134	21%	4%	162	22%	3%
	Total	146	16%	3%	150	32%	4%	19	42%	12%		530	20%	2%	845	22%	1%
FIEVRE Q Dilution 1/20 ^{ème}	1	9	0%	0%				1	0%			155	6%	2%	165	5%	2%
	2	67	1%	1%	57	5%	3%					50	0%	0%	174	2%	1%
	3				77	6%	3%	6	0%	0%		80	3%	2%	163	4%	2%
	4	56	0%	0%	10	0%	0%	4	0%	0%		111	5%	2%	181	3%	1%
	5	14	0%	0%	6	0%	0%	8	25%	16%		134	4%	2%	162	4%	2%
	Total	146	1%	1%	150	5%	2%	19	11%	7%		530	4%	1%	845	4%	1%
CHLAMYDIA Dilution 1/10 ^{ème}	1	9	89%	11%				1	100%			155	79%	3%	165	80%	3%
	2	67	70%	6%	57	88%	4%					50	70%	7%	174	76%	3%
	3				77	78%	5%	6	83%	17%		80	73%	5%	163	75%	3%
	4	56	55%	7%	10	40%	16%	4	100%	0%		111	71%	4%	181	65%	4%
	5	14	79%	11%	6	83%	17%	8	63%	18%		134	79%	4%	162	78%	3%
	Total	146	66%	4%	150	79%	3%	19	79%	10%		530	76%	2%	845	75%	1%
CHLAMYDIA Dilution 1/20 ^{ème}	1	9	44%	18%				1	100%			155	38%	4%	165	39%	4%
	2	67	39%	6%	57	37%	6%					50	20%	6%	174	33%	4%
	3				77	19%	5%	6	0%	0%		80	28%	5%	163	23%	3%
	4	56	18%	5%	10	0%	0%	4	25%	25%		111	28%	4%	181	23%	3%
	5	14	21%	11%	6	17%	17%	8	50%	19%		134	32%	4%	162	31%	4%
	Total	146	29%	4%	150	25%	4%	19	32%	11%		530	31%	2%	845	30%	2%
LEUCOSE	1	8	75%	16%				1	100%			144	31%	4%	153	33%	4%
	2	64	31%	6%	52	29%	6%					47	36%	7%	163	32%	4%
	3				76	38%	6%	6	0%	0%		78	27%	5%	160	31%	4%
	4	54	48%	7%	10	20%	13%	4	0%	0%		103	27%	4%	171	33%	4%
	5	14	36%	13%	6	33%	21%	8	13%	13%		129	22%	4%	157	23%	3%
	Total	140	41%	4%	144	33%	4%	19	11%	7%		501	28%	2%	804	30%	2%
M. DES MUQUEUSES	1	9	78%	15%				1	100%			155	66%	4%	165	67%	4%
	2	67	67%	6%	57	54%	7%					50	64%	7%	174	62%	4%
	3				77	71%	5%	6	83%	17%		80	60%	6%	163	66%	4%
	4	56	77%	6%	10	50%	17%	4	100%	0%		111	67%	4%	181	70%	3%
	5	14	86%	10%	6	50%	22%	8	75%	16%		134	60%	4%	162	63%	4%
	Total	146	73%	4%	150	63%	4%	19	84%	9%		530	64%	2%	845	66%	2%
AKABANE	1	9	22%	15%				1	0%			153	31%	4%	163	31%	4%
	2	65	45%	6%	56	30%	6%					48	35%	7%	169	37%	4%
	3				80	34%	5%	6	33%	21%		70	27%	5%	156	31%	4%
	4	57	42%	7%	10	20%	13%	4	0%	0%		119	31%	4%	190	33%	3%
	5	14	29%	13%	5	0%	0%	9	33%	17%		134	31%	4%	162	30%	4%
	Total	145	41%	4%	151	30%	4%	20	25%	10%		524	31%	2%	840	32%	2%

Tableau III. Bilan initial : prévalence des différents agents infectieux chez les bovins par zone et type de production.

	Zone	TYPE														
		Allantant			Laitiers			Engraisseur			Non Adhérent			Total		
		Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.
ANAPLASMA	1	12	33%	14%							175	15%	3%	187	17%	3%
	2	78	33%	5%	81	25%	5%				57	18%	5%	216	26%	3%
	3				117	25%	4%	16	38%	13%	99	15%	4%	232	22%	3%
	4	63	22%	5%	15	47%	13%	16	25%	11%	123	34%	4%	217	31%	3%
	5	24	42%	10%	17	35%	12%	14	21%	11%	122	19%	4%	177	24%	3%
	Total	177	31%	3%	230	27%	3%	46	28%	7%	576	20%	2%	1029	24%	1%
COWDRIA	1	12	0%	0%							175	6%	2%	187	6%	2%
	2	78	0%	0%	81	9%	3%				57	9%	4%	216	6%	2%
	3				117	24%	4%	16	6%	6%	99	9%	3%	232	16%	2%
	4	63	2%	2%	15	7%	7%	16	13%	9%	123	7%	2%	217	6%	2%
	5	24	0%	0%	17	12%	8%	14	0%	0%	122	3%	2%	177	3%	1%
	Total	177	1%	1%	230	17%	2%	46	7%	4%	576	7%	1%	1029	8%	1%
B. BIGEMINA	1	12	8%	8%							175	33%	4%	187	31%	3%
	2	78	42%	6%	81	44%	6%				57	23%	6%	216	38%	3%
	3				117	46%	5%	16	50%	13%	99	27%	4%	232	38%	3%
	4	63	37%	6%	15	53%	13%	16	44%	13%	123	30%	4%	217	35%	3%
	5	24	29%	9%	17	35%	12%	14	21%	11%	122	20%	4%	177	23%	3%
	Total	177	36%	4%	230	45%	3%	46	39%	7%	576	27%	2%	1029	33%	1%
B. BOVIS	1	12	58%	15%							175	8%	2%	187	11%	2%
	2	78	42%	6%	81	31%	5%				57	39%	7%	216	37%	3%
	3				117	10%	3%	16	38%	13%	99	12%	3%	232	13%	2%
	4	63	38%	6%	15	20%	11%	16	50%	13%	123	36%	4%	217	36%	3%
	5	24	58%	10%	17	18%	10%	14	50%	14%	122	20%	4%	177	27%	3%
	Total	177	44%	4%	230	19%	3%	46	46%	7%	576	20%	2%	1029	25%	1%
FIEVRE Q Dilution 1/10 ^{ème}	1	12	67%	14%							175	79%	3%	187	78%	3%
	2	78	55%	6%	78	64%	5%				55	75%	6%	211	64%	3%
	3				116	77%	4%	16	81%	10%	97	72%	5%	229	75%	3%
	4	62	61%	6%	15	67%	13%	16	94%	6%	117	64%	4%	210	66%	3%
	5	24	63%	10%	17	100%	0%	13	92%	8%	120	80%	4%	174	80%	3%
	Total	176	59%	4%	226	73%	3%	45	89%	5%	564	74%	2%	1011	72%	1%
FIEVRE Q Dilution 1/20 ^{ème}	1	12	8%	8%							175	25%	3%	187	24%	3%
	2	78	12%	4%	78	19%	4%				55	20%	5%	211	17%	3%
	3				116	11%	3%	16	19%	10%	97	12%	3%	229	12%	2%
	4	62	15%	5%	15	33%	13%	16	38%	13%	117	21%	4%	210	21%	3%
	5	24	8%	6%	17	47%	12%	13	38%	14%	120	40%	4%	174	36%	4%
	Total	176	12%	2%	226	18%	3%	45	31%	7%	564	25%	2%	1011	21%	1%
CHLAMYDIA Dilution 1/10 ^{ème}	1	12	67%	14%							175	85%	3%	187	84%	3%
	2	78	72%	5%	78	76%	5%				55	76%	6%	211	74%	3%
	3				116	70%	4%	16	63%	13%	97	82%	4%	229	75%	3%
	4	62	77%	5%	15	67%	13%	16	100%	0%	117	77%	4%	210	78%	3%
	5	24	63%	10%	17	100%	0%	13	92%	8%	120	90%	3%	174	87%	3%
	Total	176	72%	3%	226	74%	3%	45	84%	5%	564	83%	2%	1011	79%	1%
CHLAMYDIA Dilution 1/20 ^{ème}	1	12	17%	11%							175	31%	4%	187	30%	3%
	2	78	21%	5%	78	37%	6%				55	27%	6%	211	28%	3%
	3				116	30%	4%	16	44%	13%	97	46%	5%	229	38%	3%
	4	62	39%	6%	15	40%	13%	16	56%	13%	117	32%	4%	210	36%	3%
	5	24	21%	8%	17	65%	12%	13	62%	14%	120	47%	5%	174	46%	4%
	Total	176	27%	3%	226	36%	3%	45	53%	8%	564	37%	2%	1011	36%	2%
LEUCOSE	1	11	45%	16%							160	43%	4%	171	43%	4%
	2	70	34%	6%	74	42%	6%				55	42%	7%	199	39%	3%
	3				112	62%	5%	15	80%	11%	94	29%	5%	221	49%	3%
	4	56	55%	7%	13	54%	14%	15	73%	12%	110	45%	5%	194	51%	4%
	5	23	39%	10%	15	67%	13%	14	14%	10%	116	34%	4%	168	36%	4%
	Total	160	43%	4%	214	55%	3%	44	57%	8%	535	39%	2%	953	44%	2%
M. DES MUQUEUSES	1	12	58%	15%							175	47%	4%	187	48%	4%
	2	78	49%	6%	81	38%	5%				57	40%	7%	216	43%	3%
	3				117	42%	5%	16	13%	9%	99	33%	5%	232	36%	3%
	4	63	44%	6%	15	47%	13%	16	75%	11%	123	46%	5%	217	48%	3%
	5	24	25%	9%	17	76%	11%	14	29%	13%	122	56%	5%	177	51%	4%
	Total	177	45%	4%	230	43%	3%	46	39%	7%	576	46%	2%	1029	45%	2%

Tableau IV. Bilan final : prévalence des différents agents infectieux chez les bovins par zone et type de production

		ZONE					Total
		1	2	3	4	5	
COWDRIA	Nb	105	80	117	145	120	567
	Prévalence	19%	10%	4%	4%	2%	7%
	E.S.	4%	3%	2%	2%	1%	1%
DERMATOPHILUS	Nb	105	80	117	145	120	567
	Prévalence	13%	33%	9%	20%	7%	15%
	E.S.	3%	5%	3%	3%	2%	2%
FIEVRE Q Dilution 1/10 ^{ème}	Nb	86	79	113	143	119	540
	Prévalence	98%	89%	72%	84%	68%	81%
	E.S.	2%	4%	4%	3%	4%	2%
FIEVRE Q Dilution 1/20 ^{ème}	Nb	86	79	113	143	119	540
	Prévalence	43%	44%	27%	50%	30%	39%
	E.S.	5%	6%	4%	4%	4%	2%
CHLAMYDIA Dilution 1/10 ^{ème}	Nb	81	77	106	143	120	527
	Prévalence	98%	90%	61%	78%	68%	77%
	E.S.	2%	4%	5%	3%	4%	2%
CHLAMYDIA Dilution 1/20 ^{ème}	Nb	81	77	106	143	120	527
	Prévalence	37%	38%	25%	34%	28%	32%
	E.S.	5%	6%	4%	4%	4%	2%
AKABANE	Nb	101	75	120	144	120	560
	Prévalence	28%	21%	27%	29%	25%	26%
	E.S.	4%	5%	4%	4%	4%	2%

Tableau V. Bilan initial : prévalence des différents agents infectieux chez les caprins par zone

		ZONE					Total
		1	2	3	4	5	
COWDRIA	Nb	120	101	117	152	87	577
	Prévalence	3%	0%	1%	3%	3%	2%
	E.S.	2%	0%	1%	1%	2%	1%
FIEVRE Q Dilution 1/10 ^{ème}	Nb	118	98	117	145	85	563
	Prévalence	87%	77%	88%	89%	93%	87%
	E.S.	3%	4%	3%	3%	3%	1%
FIEVRE Q Dilution 1/20 ^{ème}	Nb	118	98	117	145	85	563
	Prévalence	36%	27%	37%	48%	51%	40%
	E.S.	4%	4%	4%	4%	5%	2%
CHLAMYDIA Dilution 1/10 ^{ème}	Nb	118	98	117	145	85	563
	Prévalence	85%	84%	81%	96%	93%	88%
	E.S.	3%	4%	4%	2%	3%	1%
CHLAMYDIA Dilution 1/20 ^{ème}	Nb	118	98	117	145	85	563
	Prévalence	32%	43%	42%	50%	58%	45%
	E.S.	4%	5%	5%	4%	5%	2%

Tableau VI. Bilan final : prévalence des différents agents infectieux chez les caprins par zone

		Type de production									
		Allaitant		Laitier		Engraisseur		Non Adhérent		Total	
Zone		94	98	94	98	94	98	94	98	94	98
ANAPLASMA	1	22%	33%			100%		8%	15%	9%	12%
	2	33%	33%	41%	25%			20%	18%	32%	26%
	3			15%	25%		38%	13%	15%	14%	22%
	4	36%	22%	20%	47%	25%	25%	18%	34%	24%	31%
	5	29%	42%	50%	35%	11%	21%	14%	19%	16%	24%
	Total	33%	31%	27%	27%	21%	28%	14%	20%	19%	24%
COWDRIA	1	56%	0%			0%		53%	6%	52%	6%
	2	15%	0%	36%	9%			24%	9%	25%	6%
	3			41%	24%		6%	42%	9%	41%	16%
	4	42%	2%	30%	7%	50%	13%	42%	7%	41%	6%
	5	50%	0%	17%	12%	22%	0%	28%	3%	29%	3%
	Total	32%	1%	38%	17%	29%	7%	40%	7%	38%	8%
B. BIGEMINA	1	56%	8%			100%		31%	33%	33%	31%
	2	56%	42%	60%	44%			46%	23%	55%	38%
	3			46%	46%		50%	32%	27%	39%	38%
	4	73%	37%	70%	53%	50%	44%	47%	30%	57%	35%
	5	57%	29%	83%	35%	44%	21%	32%	20%	37%	23%
	Total	63%	36%	55%	45%	50%	39%	37%	27%	45%	33%
B. BOVIS	1	44%	58%			0%		10%	8%	12%	11%
	2	56%	42%	34%	31%			42%	39%	45%	37%
	3			23%	10%		38%	6%	12%	15%	13%
	4	58%	38%	30%	20%	25%	50%	34%	36%	41%	36%
	5	36%	58%	33%	18%	22%	50%	20%	20%	22%	27%
	Total	54%	44%	28%	19%	21%	46%	20%	20%	28%	25%
FIEVRE Q Dilution 1/10 ^{ème}	1	33%	67%			100%		20%	79%	21%	78%
	2	22%	55%	32%	64%			16%	75%	24%	64%
	3			34%	77%	50%	81%	15%	72%	25%	75%
	4	4%	61%	30%	67%	0%	94%	25%	64%	18%	66%
	5	21%	63%	17%	100%	50%	92%	21%	80%	22%	80%
	Total	16%	59%	32%	73%	42%	89%	20%	74%	22%	72%
FIEVRE Q Dilution 1/20 ^{ème}	1	0%	8%			0%		6%	25%	5%	24%
	2	1%	12%	5%	19%			0%	20%	2%	17%
	3			6%	11%	0%	19%	3%	12%	4%	12%
	4	0%	15%	0%	33%	0%	38%	5%	21%	3%	21%
	5	0%	8%	0%	47%	25%	38%	4%	40%	4%	36%
	Total	1%	12%	5%	18%	11%	31%	4%	25%	4%	21%
CHLAMYDIA Dilution 1/10 ^{ème}	1	89%	67%			100%		79%	85%	80%	84%
	2	70%	72%	88%	76%			70%	76%	76%	74%
	3			78%	70%	83%	63%	73%	82%	75%	75%
	4	55%	77%	40%	67%	100%	100%	71%	77%	65%	78%
	5	79%	63%	83%	100%	63%	92%	79%	90%	78%	87%
	Total	66%	72%	79%	74%	79%	84%	76%	83%	75%	79%
CHLAMYDIA Dilution 1/20 ^{ème}	1	44%	17%			100%		38%	31%	39%	30%
	2	39%	21%	37%	37%			20%	27%	33%	28%
	3			19%	30%	0%	44%	28%	46%	23%	38%
	4	18%	39%	0%	40%	25%	56%	28%	32%	23%	36%
	5	21%	21%	17%	65%	50%	62%	32%	47%	31%	46%
	Total	29%	27%	25%	36%	32%	53%	31%	37%	30%	36%
LEUCOSE	1	75%	45%			100%		31%	43%	33%	43%
	2	31%	34%	29%	42%			36%	42%	32%	39%
	3			38%	62%	0%	80%	27%	29%	31%	49%
	4	48%	55%	20%	54%	0%	73%	27%	45%	33%	51%
	5	36%	39%	33%	67%	13%	14%	22%	34%	23%	36%
	Total	41%	43%	33%	55%	11%	57%	28%	39%	30%	44%
M. DES MUQUEUSES	1	78%	58%			100%		66%	47%	67%	48%
	2	67%	49%	54%	38%			64%	40%	62%	43%
	3			71%	42%	83%	13%	60%	33%	66%	36%
	4	77%	44%	50%	47%	100%	75%	67%	46%	70%	48%
	5	86%	25%	50%	76%	75%	29%	60%	56%	63%	51%
	Total	73%	45%	63%	43%	84%	39%	64%	46%	66%	45%

Tableau VII : bilans initial et final chez les bovins

	ZONE											
	1		2		3		4		5		Total	
	94	98	94	98	94	98	94	98	94	98	94	98
COWDRIA	19%	3%	10%	0%	4%	1%	4%	3%	2%	3%	7%	2%
FIEVRE Q (1/10 ^{ème})	98%	87%	89%	77%	72%	88%	84%	89%	68%	93%	81%	87%
FIEVRE Q (1/20 ^{ème})	43%	36%	44%	27%	27%	37%	50%	48%	30%	51%	39%	40%
CHLAMYDIA (1/10 ^{ème})	98%	85%	90%	84%	61%	81%	78%	96%	68%	93%	77%	88%
CHLAMYDIA (1/20 ^{ème})	37%	32%	38%	43%	25%	42%	34%	50%	28%	58%	32%	45%

Tableau VIII : bilans initial et final chez les caprins

Type		Age											
		6-18 mois						18 mois - 3 ans					
		94			98			94			98		
		Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.
ANAPLASMA	Allaitant	34	32%	8%	58	33%	6%	57	26%	6%	60	32%	6%
	Leitière	43	21%	6%	74	22%	5%	55	29%	6%	77	29%	5%
	Engraisseur	8	13%	13%	23	30%	10%	5	40%	24%	23	26%	9%
	Non Adhérent	163	11%	2%	191	21%	3%	171	12%	2%	192	20%	3%
	Total	248	16%	2%	346	24%	2%	288	18%	2%	352	24%	2%
COWDRIA	Allaitant	34	26%	8%	58	0%	0%	57	26%	6%	60	2%	2%
	Leitière	43	40%	8%	74	16%	4%	55	42%	7%	77	16%	4%
	Engraisseur	8	25%	16%	23	13%	7%	5	40%	24%	23	0%	0%
	Non Adhérent	163	39%	4%	191	5%	2%	172	39%	4%	192	7%	2%
	Total	248	37%	3%	346	7%	1%	289	37%	3%	352	8%	1%
B. BIGEMINA	Allaitant	34	68%	8%	58	48%	7%	57	49%	7%	60	32%	6%
	Leitière	43	49%	8%	74	41%	6%	55	51%	7%	77	47%	6%
	Engraisseur	8	63%	18%	23	48%	11%	5	40%	24%	23	30%	10%
	Non Adhérent	163	31%	4%	191	28%	3%	171	40%	4%	192	31%	3%
	Total	248	40%	3%	346	35%	3%	288	44%	3%	352	34%	3%
B. BOVIS	Allaitant	34	62%	8%	58	50%	7%	57	51%	7%	60	45%	6%
	Leitière	43	23%	7%	74	19%	5%	55	25%	6%	77	17%	4%
	Engraisseur	8	25%	16%	23	43%	11%	5	20%	20%	23	48%	11%
	Non Adhérent	163	20%	3%	191	25%	3%	171	19%	3%	192	18%	3%
	Total	248	26%	3%	346	29%	2%	288	27%	3%	352	24%	2%
DERMATOPHILUS	Allaitant	34	15%	6%				57	14%	5%			
	Leitière	43	7%	4%				55	7%	4%			
	Engraisseur	8	25%	16%				5	0%	0%			
	Non Adhérent	163	11%	2%				173	10%	2%			
	Total	248	11%	2%				290	10%	2%			
FIEVRE Q Dilution 1/10 ^{ème}	Allaitant	35	20%	7%	58	60%	6%	56	13%	4%	59	61%	6%
	Leitière	43	35%	7%	71	72%	5%	54	35%	7%	77	79%	5%
	Engraisseur	11	45%	16%	22	91%	6%	8	38%	18%	23	87%	7%
	Non Adhérent	159	28%	4%	186	78%	3%	173	18%	3%	189	75%	3%
	Total	248	29%	3%	337	74%	2%	291	21%	2%	348	74%	2%
FIEVRE Q Dilution 1/20 ^{ème}	Allaitant	35	3%	3%	58	10%	4%	56	0%	0%	59	8%	4%
	Leitière	43	7%	4%	71	20%	5%	54	6%	3%	77	21%	5%
	Engraisseur	11	9%	9%	22	32%	10%	8	13%	13%	23	30%	10%
	Non Adhérent	159	4%	2%	186	28%	3%	173	5%	2%	189	22%	3%
	Total	248	5%	1%	337	23%	2%	291	4%	1%	348	20%	2%
CHLAMYDIA Dilution 1/10 ^{ème}	Allaitant	35	63%	8%	58	67%	6%	56	66%	6%	59	73%	6%
	Leitière	43	79%	6%	71	76%	5%	54	80%	6%	77	77%	5%
	Engraisseur	11	64%	15%	22	82%	8%	8	100%	0%	23	87%	7%
	Non Adhérent	159	72%	4%	186	83%	3%	173	79%	3%	189	80%	3%
	Total	248	72%	3%	337	79%	2%	291	77%	2%	348	79%	2%
CHLAMYDIA Dilution 1/20 ^{ème}	Allaitant	35	34%	8%	58	29%	6%	56	30%	6%	59	22%	5%
	Leitière	43	28%	7%	71	30%	5%	54	30%	6%	77	45%	6%
	Engraisseur	11	27%	14%	22	55%	11%	8	38%	18%	23	52%	11%
	Non Adhérent	159	23%	3%	186	39%	4%	173	32%	4%	189	35%	3%
	Total	248	25%	3%	337	36%	3%	291	31%	3%	348	36%	3%
LEUCOSE	Allaitant	33	27%	8%	51	29%	6%	53	38%	7%	54	41%	7%
	Leitière	40	38%	8%	69	41%	6%	52	17%	5%	71	51%	6%
	Engraisseur	11	18%	12%	23	61%	10%	8	0%	0%	21	52%	11%
	Non Adhérent	151	17%	3%	174	28%	3%	165	27%	3%	176	36%	4%
	Total	235	22%	3%	317	33%	3%	278	27%	3%	322	41%	3%
M. DES MUQUEUSES	Allaitant	35	51%	9%	58	19%	5%	56	79%	6%	60	38%	6%
	Leitière	43	35%	7%	74	20%	5%	54	76%	6%	77	35%	5%
	Engraisseur	11	73%	14%	23	39%	10%	8	100%	0%	23	39%	10%
	Non Adhérent	159	36%	4%	191	34%	3%	173	67%	4%	192	36%	3%
	Total	248	40%	3%	346	29%	2%	291	72%	3%	352	36%	3%
AKABANE	Allaitant	35	31%	8%				55	36%	7%			
	Leitière	42	24%	7%				55	33%	6%			
	Engraisseur	11	36%	15%				8	13%	13%			
	Non Adhérent	156	28%	4%				173	28%	3%			
	Total	244	28%	3%				291	30%	3%			

Tableau IX : prévalence chez les bovins par classe d'âge, par type de production et par année.

	Age											
	< 2 ans						> 2 ans					
	94			98			94			98		
	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.	Nb	Prévalence	E.S.
COWDRIA	292	7%	1%	288	2%	1%	275	8%	2%	289	2%	1%
FIEVRE Q (1/10 ^{ème})	283	77%	2%	280	85%	2%	257	84%	2%	283	88%	2%
FIEVRE Q (1/20 ^{ème})	283	33%	3%	280	36%	3%	257	45%	3%	283	44%	3%
CHLAMYDIA (1/10 ^{ème})	271	76%	3%	280	86%	2%	256	78%	3%	283	89%	2%
CHLAMYDIA (1/20 ^{ème})	271	27%	3%	280	43%	3%	256	38%	3%	283	47%	3%

Tableau X : prévalence chez les caprins par classe d'âge et par année

1.2.1. Analyse agent infectieux par agent infectieux.

Pour la fièvre de la vallée du Rift et la maladie de Wesselsbrön, aucun sérum de bovin ou de petit ruminant ne possédait d'immunoglobuline G anti virus Wesselsbrön ou FVR détectable par les techniques employées. Les sérums bovins donnant un résultat supérieur au témoin en ELISA direct ont été contrôlés en immunofluorescence indirecte, ainsi que vis-à-vis d'autres flavivirus (Dengue et West Nile) compte tenu de l'existence possible de réactions croisées avec le virus de la maladie de Wesselsbrön. Ces analyses ont également donné des résultats négatifs.

En conclusion, aucun des animaux prélevés n'avait été infecté par les virus de la Fièvre de la vallée du Rift et de la maladie de Wesselsbrön. On peut considérer que La Réunion est indemne de ces deux maladies, bien que cette conclusion, étant donné les effectifs testés, ne puisse avoir de valeur réglementaire.

Les analyses ont été réalisées par régression logistique (SAS PROC GENMOD, GLIMMIX) (SAS Institute Inc, 1989 ; Gitau et al., 1997). Les résultats des tests présentés ici peuvent différer sensiblement de ceux présentés dans le rapport (Lanot, 1996) ceci en raison de la prise en compte d'un effet supplémentaire, l'effet année, et de l'utilisation d'une méthode inférentielle différente (régression logistique) mieux adaptée aux données binaires (négatif / positif).

Le tableau XI résume les effets âge, zone, année et les interactions âge-année et zone-année pour chacun des agents infectieux pris en compte indépendamment des autres. La prise en compte d'une interaction âge-année est nécessaire dans la mesure où on peut s'attendre dans le bilan final à l'observation d'une prévalence sérologique plus faible chez les jeunes nés en cours de projet (6 - 18 mois et 18 mois - 3 ans pour les bovins, < 2 ans pour les caprins), du fait de la raréfaction des tiques ou des insectes vecteurs. L'interaction zone-année est nécessaire pour prendre en compte une éventuelle disparité entre zones dans l'intensité de la lutte chimique. Le type de production n'a pas été intégré au modèle d'analyse. Sa prise en compte aurait engendré un plan factoriel très déséquilibré, la répartition des élevages par type de production dans chaque zone étant très hétérogène, et ce pour les 2 bilans (tableau XII). De plus, l'objectif n'est pas de comparer la prévalence sérologique des infections selon les différents types d'élevage, mais de donner une image aussi proche que possible de la situation épidémiologique du cheptel réunionnais pris dans sa globalité (Barre et al., 1994). La prise en compte de l'effet zone doit par conséquent faire l'objet de la plus grande prudence en raison d'une interaction certaine avec le type d'élevage. Le tableau XIII donne les prévalences ajustées pour chaque classe d'âge, chaque zone et chaque bilan, c'est à dire indépendantes des autres critères pris en compte. Exemple d'interprétation : le tableau XI montre que l'effet année est très significatif (0.0001) en ce qui concerne *Cowdria* chez les bovins. Le tableau XIII indique que toutes choses égales par ailleurs, la prévalence sérologique moyenne est passée de 37 à 6% entre 94 et 98.

	AGE	ZONE	ANNEE	AGE x ANNEE	ZONE x ANNEE
BOVINS					
ANAPLASMA	0.1752	0.0001	0.0026	0.1955	0.0518
COWDRIA	0.7178	0.0001	0.0001	0.9335	0.0012
B. BIGEMINA	0.8286	0.0001	0.0001	0.0457	0.0124
B. BOVIS	0.5024	0.0001	0.4030	0.0893	0.4607
FIEVRE Q (1/10 ^{ème})	0.0011	0.0143	0.0001	0.2821	0.0521
FIEVRE Q (1/20 ^{ème})	0.1727	0.0261	0.0001	0.3067	0.1768
CHLAMYDIA (1/10 ^{ème})	0.4372	0.0007	0.0115	0.4160	0.0859
CHLAMYDIA (1/20 ^{ème})	0.4707	0.0437	0.0037	0.2063	0.0003
LEUCOSE	0.0001	0.0079	0.0001	0.8856	0.4440
BVD	0.0001	0.1074	0.0001	0.0001	0.1624
CAPRINS					
COWDRIA	0.7740	0.0005	0.0001	0.5119	non estimable
FIEVRE Q (1/10 ^{ème})	0.0253	0.0205	0.6494	0.4787	0.0001
FIEVRE Q (1/20 ^{ème})	0.0008	0.0017	0.8486	0.4450	0.0016
CHLAMYDIA (1/10 ^{ème})	0.2256	0.0001	0.0555	0.6302	0.0001
CHLAMYDIA (1/20 ^{ème})	0.0080	0.1900	0.0001	0.1765	0.0070

Tableau XI. Résultats des analyses statistiques. Analyses des effets âge, zone, année et des interactions âge-année et zone-année. En gris figurent les effets significatifs au seuil de 0,05.

	Zone	Allaitant	Laitier	Engraisseur	Non adhérent	Caprins	Total
Bilan initial	1	3	-	1	77	37	118
	2	27	21	-	21	4	73
	3	-	34	3	36	36	109
	4	24	4	2	47	39	116
	5	6	2	4	61	58	131
	Total	60	61	10	242	174	547
Bilan final	1	4	-	-	69	60	133
	2	27	31	-	22	49	129
	3	-	40	8	38	59	145
	4	21	5	9	48	78	161
	5	8	8	7	51	44	118
	Total	60	84	24	228	290	686

Tableau XII. Répartition des éleveurs par type d'élevage et par zone.

%	AGE			ZONE					ANNEE	
	6-18 mois	18 mois-3 ans	> 3 ans	1	2	3	4	5	94	98
BOVINS										
ANAPLASMA	18	20	23	12	29	17	28	20	17	23
COWDRIA	16	17	18	21	12	27	17	11	37	6
B. BIGEMINA	37	38	39	32	46	39	45	29	43	33
B. BOVIS	25	23	23	12	41	14	38	24	25	23
FIEVRE Q (1/10 ^{ème})	53	47	40	50	42	50	40	52	22	73
FIEVRE Q (1/20 ^{ème})	11	10	7	12	6	7	8	14	4	21
CHLAMYDIA (1/10 ^{ème})	76	79	78	82	75	75	72	83	75	80
CHLAMYDIA (1/20 ^{ème})	30	34	33	34	30	30	29	38	29	36
LEUCOSE	27	33	49	37	35	39	41	28	29	43
BVD	34	55	76	58	52	51	60	58	66	45
CAPRINS										
	< 2 ans	> 2 ans	-							
COWDRIA	3	3	-	10	4	2	3	2	6	2
FIEVRE Q (1/10 ^{ème})	85	89	-	95	84	82	87	84	87	88
FIEVRE Q (1/20 ^{ème})	34	44	-	40	35	32	49	40	39	39
CHLAMYDIA (1/10 ^{ème})	86	88	-	94	87	72	90	84	84	89
CHLAMYDIA (1/20 ^{ème})	34	42	-	35	40	33	42	42	32	45

Tableau XIII. Prévalences ajustées pour chaque classe d'âge, chaque zone et chaque bilan.

Chez les bovins, l'effet âge n'est réellement significatif que pour la leucose et la maladie des muqueuses (BVD), avec une prévalence sérologique qui croît avec l'âge des animaux (tableau IX). Pour la BVD, l'interaction entre l'âge et l'année signifie que les évolutions de la prévalence sérologique en fonction de l'âge pour 94 et 98 ne sont pas parallèles. On

constate en effet en 94 une forte progression de la séroprévalence entre 6-18 mois et 18 mois-3 ans (40 et 72% respectivement) puis une quasi stagnation entre 18 mois-3 ans et les classes d'âge supérieures (72 et 81% respectivement). En 98, l'évolution est quasiment inversée, avec une quasi stagnation entre 6-18 mois et 18 mois-3 ans (29 et 36% respectivement) et une forte progression entre 18 mois-3 ans et les classes d'âge supérieures (36 et 70% respectivement). La diminution de la prévalence ne concerne donc que les 2 premières classes d'âge. L'effet n'est significatif pour la fièvre Q qu'avec un seuil de $1/10^{\text{ème}}$ et ne l'est plus au seuil de $1/20^{\text{ème}}$. Au seuil de $1/10^{\text{ème}}$, la prévalence sérologique vis à vis de la fièvre Q diminue avec l'âge. Pour les caprins, l'effet âge est significatif pour la fièvre Q et la chlamydiose, avec là encore une prévalence sérologique plus élevée chez les animaux les plus âgés (à l'inverse de ce que l'on peut constater chez les bovins) (tableau X).

L'effet zone est significatif pour l'ensemble des agents infectieux chez les 2 espèces, sauf la maladie des muqueuses chez les bovins, pour laquelle on n'observe aucune différence entre zones (tableau VII). Pour *Cowdria*, *Babesia bigemina* et *Chlamydia* ($1/20^{\text{ème}}$) chez les bovins et *Coxiella* et *Chlamydia* pour les caprins, on observe une interaction significative entre la zone et l'année. Cela signifie que les écarts de prévalence sérologique entre zones observés en 94 ne sont pas les mêmes que ceux observés en 98. Ce constat est particulièrement net pour *Cowdria* chez les bovins. L'absence de réactions séropositives vis à vis de la cowdriose chez les caprins de la zone 2 en 98 n'a pas permis d'estimer l'interaction zone – année.

Pour les bovins, l'effet année est également significatif pour l'ensemble des agents infectieux à l'exception de *Babesia bovis*, pour laquelle on ne constate aucune différence de séroprévalence entre le bilan initial et le bilan final.

Au total, on constate une baisse de la séroprévalence pour *Cowdria*, *babesia bigemina* et *BVDV* et une hausse pour *Anaplasma*, *Coxiella* et *Chlamydia* aux 2 dilutions, et la leucose. Pour les caprins, on observe une évolution significative identique pour *Cowdria* et *Chlamydia*.

1.2.2. Relations entre agents infectieux.

Jusqu'à présent, les analyses étaient faites pour chaque agent infectieux, pris en compte indépendamment des autres. Il est également nécessaire d'étudier les relations, associations et/ou oppositions, entre les différentes infections ayant une traduction sérologique si l'on souhaite être complet. On met évidence dans un premier temps ces relations par des test du khi2 (tableau XIV et XV).

L'existence de relations significatives entre variables prises deux à deux nous amène à effectuer une analyse multidimensionnelle pour chaque bilan bovin (Analyse des Correspondances Multiples - ACM) prenant en compte simultanément les résultats sérologiques individuels pour chacun des 10 agents infectieux, de manière à préciser le sens de la relation existant entre 2 agents différents (Thioulouse et al., 1997). Pour cette analyse, les résultats sérologiques individuels sont comme précédemment codés en positif ou négatif sauf pour 3 agents, l'agent de la maladie des muqueuses, de la fièvre Q et de la Chlamydiose, pour lesquels 3 modalités ont été retenues (négatif, + ou ++, +++ ou ++++ pour le *BVDV* – négatif, positif au $1/10^{\text{ème}}$, positif au $1/20^{\text{ème}}$ pour *Coxiella Burnetti* et *Chlamydia Psittaci*). Le nombre plus limité d'agents infectieux recherchés (5 en 94 et 3 en 98) pour les caprins rend l'analyse moins intéressante chez ces derniers. Les résultats sont présentés dans les figures 2 et 3.

Tests du KHI2		ANA	COW	BIG	BOV	FQ	CHL	LEU	BVD	AKA	DER
Bilan initial	ANA	-									
	COW	0.639	-								
	BIG	0.000	0.057	-							
	BOV	0.000	0.842	0.000	-						
	FQ	0.004	0.119	0.056	0.318	-					
	CHL	0.611	0.612	0.129	0.269	0.000	-				
	LEU	0.036	0.380	0.004	0.132	0.030	0.959	-			
	BVD	0.616	0.562	0.116	0.321	0.064	0.107	0.000	-		
	AKA	0.692	0.617	0.238	0.891	0.185	0.718	0.847	0.002	-	
	DER	0.500	0.276	0.436	0.871	0.473	0.798	0.335	0.293	0.683	-
Bilan final	ANA	-									
	COW	0.000	-								
	BIG	0.000	0.000	-							
	BOV		0.773	0.003	-						
	FQ	0.008	0.488	0.013	0.102	-					
	CHL	0.098	0.116	0.004	0.186	0.000	-				
	LEU	0.091	0.691	0.065	0.007	0.635	0.150	-			
	BVD	0.676	0.234	0.452	0.003	0.068	0.521	0.000	-		

Tableau XIV : Mise en évidence des relations entre agents infectieux chez les bovins pour les 2 bilans par des tests du khi2 (en grisé, tests significatifs au seuil de 5%). Les résultats sérologiques individuels sont codés en positif ou négatif sauf pour 3 agents, l'agent de la maladie des muqueuses, de la fièvre Q et de la Chlamydie, pour lesquels 3 modalités ont été retenues (négatif, + ou ++, +++ ou ++++ pour le BVDV – négatif, positif au $1/10^{ème}$, positif au $1/20^{ème}$ pour *Coxiella Burnetti* et *Chlamydia Psittaci*)

Test du KHI2		COW	FQ	CHL	AKA	DER
Bilan initial	COW	-				
	FQ	0.075	-			
	CHL	0.006	0.000	-		
	AKA	0.103	0.191	0.089	-	
	DER	0.003	0.000	0.000	0.716	-
Bilan final	COW	-				
	FQ	0.257	-			
	CHL	0.243	0.000	-		

Tableau XV : Mise en évidence des relations entre agents infectieux chez les caprins par des tests du khi2 au niveau de signification 95%.

Une seconde analyse a permis de coupler le tableau des résultats sérologiques à un autre tableau de 3 variables : âge, zone et type d'élevage. L'effet âge a été statistiquement « éliminé » pour mieux prendre en compte les différences entre zones et entre types d'élevage. Cette analyse dite analyse factorielles des correspondances sur variables instrumentales (AFCVI) permet *in fine* de préciser comment les zones ou les types d'élevage diffèrent entre eux, c'est-à-dire quelles sont les associations ou les oppositions entre agents infectieux qui caractérisent chacune des zones ou chacun des types d'élevage, et ce indépendamment des variations entre classes d'âge. Les résultats sont présentés dans les figures 4 et 5.

Bilan initial

L'axe 1 de l'ACM (figure 2A) oppose à droite les animaux séropositifs vis à vis des hémoparasitoses (*Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Anaplasma*) (AN1, BI1, BO1) et à gauche les animaux séronégatifs (AN0, BI0, BO0). Cet axe représente en fait un « gradient » de séropositivité vis à vis des hémoparasitoses. En d'autres termes, on passe progressivement de la gauche vers la droite des animaux négatifs, aux animaux positifs vis à vis d'un seul agent, puis aux animaux positifs vis à vis de 2 agents. Le tableau XVI présente les proportions d'animaux associant plusieurs séropositivités vis à vis des hémoparasitoses.

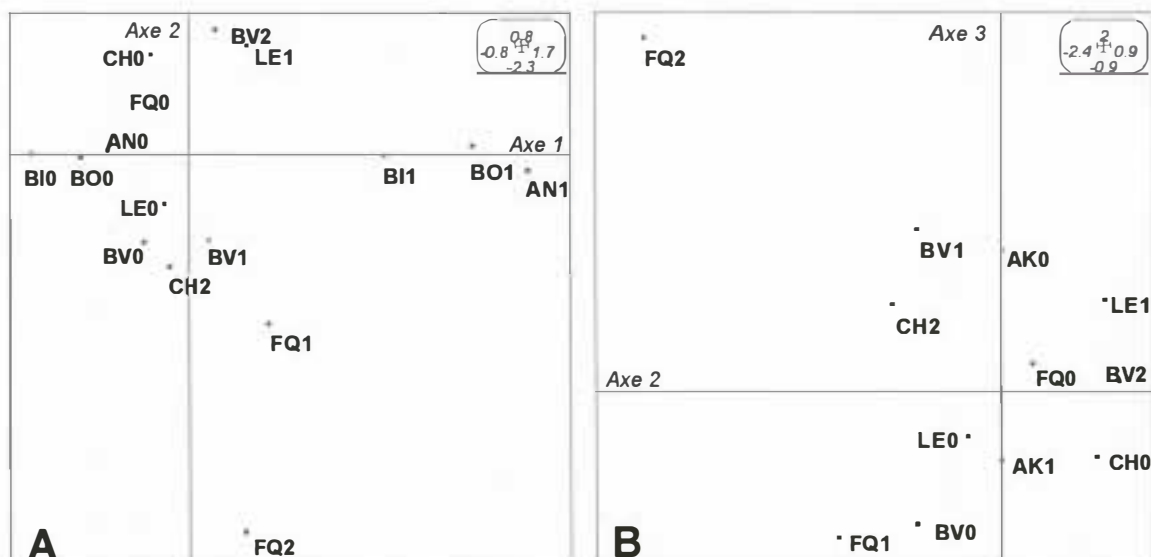


Figure 2: résultats des analyses multidimensionnelles (ACM) du bilan initial

(seules les variables participant à la définition des axes ont été représentées)

A: plan 1-2

B: plan 2-3

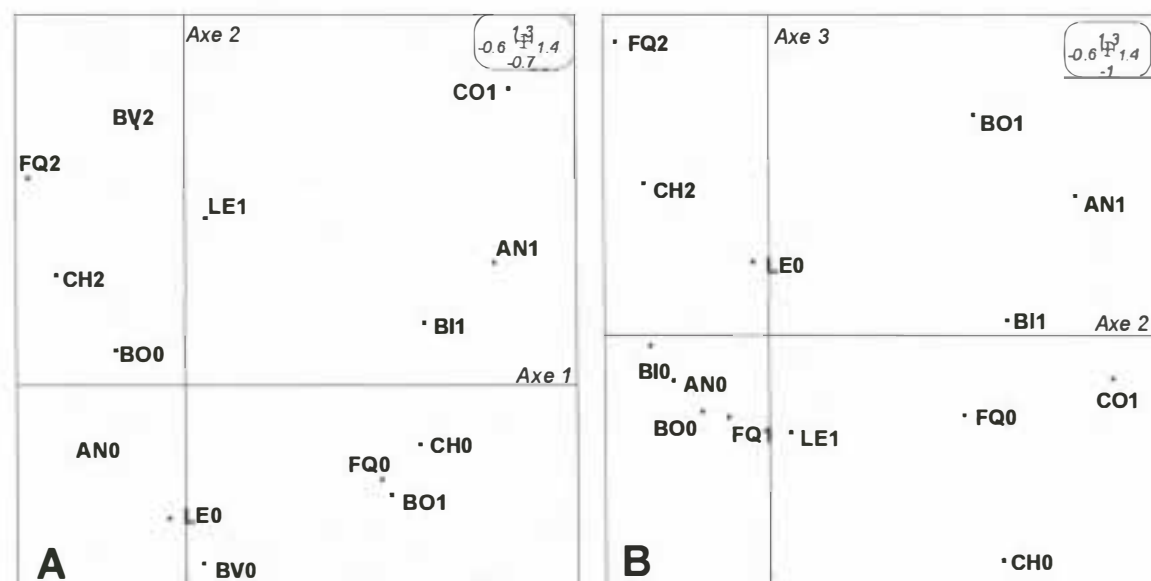


Figure 3: résultats des analyses multidimensionnelles (ACM) du bilan final

(seules les variables participant à la définition des axes ont été représentées)

A: plan 1-2

B: plan 1-3

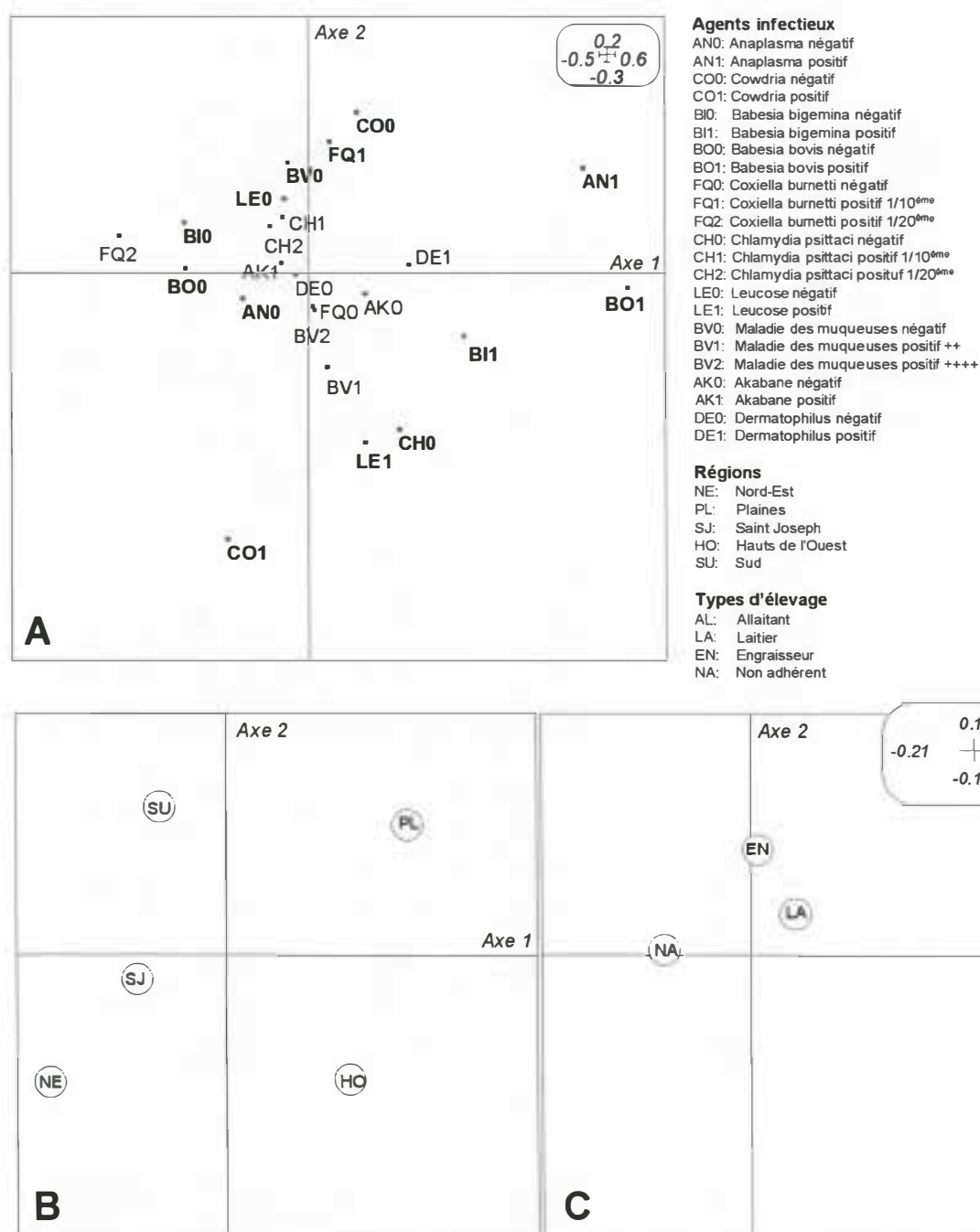


Figure 4: Résultats de l'analyse multidimensionnelle du bilan initial chez les bovins

A: représentation des associations entre les 10 agents infectieux (AFCVI) (en gras, les modalités de variable participant à la définition des axes)

B: représentation des associations et oppositions entre zones (chaque point représente la moyenne par zone)

C: représentation des associations et oppositions entre types d'élevage (chaque point représente la moyenne par type d'élevage)

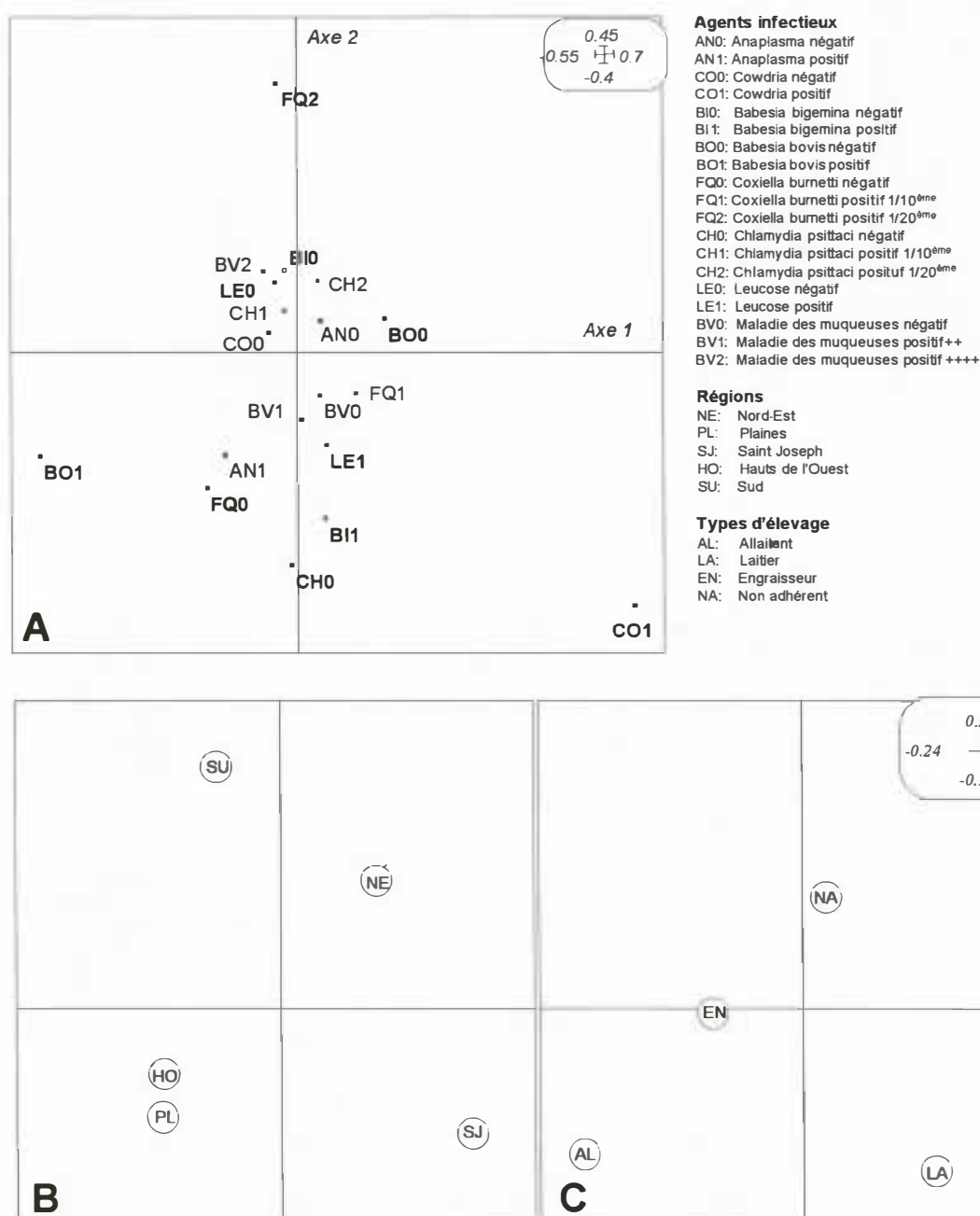


Figure 5: Résultats de l'analyse multidimensionnelle du bilan final chez les bovins

A: représentation des associations entre les 8 agents infectieux (AFCVI) (en gras, les modalités de variable participant à la définition des axes)

B: représentation des associations et oppositions entre zones (chaque point représente la moyenne par zone)

C: représentation des associations et oppositions entre types d'élevage (chaque point représente la moyenne par type d'élevage)

	Anaplasma		Babesia bigemina		Total
Anaplasma		-			
Babesia bigemina	142	16.8%	-		
Babesia bovis	113	13.3%	199	23.5%	847

Tableau XVI : bilan initial : proportions d'animaux présentant des positivités multiples vis à vis des hémoparasitoses.

L'analyse multidimensionnelle conforte ainsi les résultats des tests du khi2 (tableau XIV) qui montraient l'association forte entre ces 3 agents. A l'inverse, on constate la quasi absence de relation entre les résultats sérologiques vis à vis des hémoparasitoses et les résultats vis à vis des autres agents infectieux, représentés sur l'axe 2. La figure 2A montre en effet que 4 agents infectieux déterminent la répartition des animaux sur l'axe 2 (vertical), la fièvre Q, la chlamydiose, la leucose et la BVD. Les animaux fortement séropositifs à la fièvre Q (FQ2) (dilution=1/20^{ème}) et à la chlamydiose (CH2) (dilution=1/20^{ème}) sont positionnés en bas et s'opposent aux animaux positifs à la leucose (LE1) et fortement positifs à la BVD (BV2) (+++ et ++++), à l'inverse positionnés en haut. On retrouve une proportion équivalente d'animaux positifs ou négatifs vis à vis des agents précédemment cités, quelque soit le statut vis à vis des hémoparasitoses. On peut donc émettre l'hypothèse d'une transmission des infections différentes entre les hémoparasitoses (*Babesia bigemina* et *Bovis*, *Anaplasma*) d'une part, la fièvre Q, la chlamydiose, la leucose et la BVD d'autre part. La figure 2B positionne en plus les animaux positifs vis à vis du virus de la maladie d'Akabane (1/64^{ème}) près des animaux négatifs en leucose, chlamydiose, et BVD.

Les figures 4B et 4C positionnent les zones et les types d'élevage par rapport aux agents infectieux (figure 4A). Cette analyse propose une lecture plus globale du tableau III.

La zone des plaines et les hauts de l'Ouest positionnés à la droite de l'axe 1 s'opposent aux 3 autres zones par une forte séroprévalence vis à vis des hémoparasitoses (BI1, BO1, AN1). De même, sur l'axe 2, les hauts de l'ouest et la zone du Nord Est positionnés en bas s'opposent à la zone des plaines et à la zone sud par une forte prévalence vis à vis de la cowdriose (CO1) et de la leucose (LE1). La zone des plaines et la zone sud présente également une faible prévalence vis à vis de la maladie des muqueuses (BV0). La zone de St Joseph occupe une position moyenne avec toutefois une prévalence modérée vis à vis des hémoparasitoses (zone positionnée à gauche de l'axe 1).

Les allaitants se distinguent nettement par une forte prévalence vis à vis des hémoparasitoses (position très excentrée sur l'axe 1), à l'inverse des non adhérents. On constate ici grâce aux figures 2B et 2C que les 2 effets zone et type d'élevage sont difficilement séparables. En effet, les hauts de l'Ouest présentent une proportion élevée d'élevages allaitants (tableau XII). La position de la zone « Hauts de l'Ouest » et du type d'élevage « Allaitant » sont proches sur l'axe 1. La prévalence élevée vis à vis des hémoparasitoses dans les hauts de l'Ouest est probablement liée à la forte densité en élevages allaitants. L'analyse multidimensionnelle reste donc confrontée au même problème que les analyses univariées, à savoir une confusion entre zone et type d'élevage.

Bilan final

L'axe 1 de l'ACM (figure 3A) oppose à droite les animaux séropositifs vis à vis des hémoparasitoses (*Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Anaplasma*, *Cowdria*) (AN1, BI1, BO1, CO1) et séronégatifs vis à vis de la fièvre Q (FQ0) et de la chlamydiose (CH0) et à gauche les animaux séronégatifs vis à vis des hémoparasitoses (AN0, BO0) et séropositifs vis à vis de la fièvre Q (FQ2) et de la chlamydiose (CH2). Cet axe n'est donc plus uniquement un axe « hémoparasitoses » comme c'était le cas pour le bilan initial. Le tableau XVII présente les proportions d'animaux associant plusieurs séropositivités vis à vis des hémoparasitoses. L'axe 2 oppose les animaux séropositifs vis à vis de la leucose (LE1) et de la maladie des muqueuses (BV2) aux animaux séronégatifs, et ce indépendamment de la prévalence vis à vis des hémoparasitoses. La séropositivité au 1/20^{ème} pour la fièvre Q et la chlamydiose est également associée à la séropositivité vis à vis de la leucose et de la maladie des muqueuses. On peut émettre ici aussi l'hypothèse déjà émise pour le bilan initial d'une transmission des infections différentes entre les hémoparasitoses (*Babesia bigemina* et

	Anaplasma		Babesia bigemina		Total
Anaplasma	-				
Babesia bigemina	127	12.3%	-		
Babesia bovis	101	9.8%	106	10.3%	1029

Tableau XVII : bilan final : proportions d'animaux présentant des positivités multiples vis à vis des hémoparasitoses.

bovis, *Anaplasma*) d'une part, la fièvre Q, la leucose et la BVD d'autre part.

Les figures 5B et 5C positionnent les zones et les types d'élevage par rapport aux agents infectieux (figure 5A). Cette analyse propose une lecture plus globale du tableau IV. La zone des plaines et les hauts de l'Ouest positionnés en bas et à gauche du plan factoriel 1-2 s'opposent aux 3 autres zones par une forte séroprévalence vis à vis des hémoparasitoses (BI1, BO1, AN1) et une faible prévalence vis à vis de la fièvre Q (FQ0) et de la chlamydiose (CH0). La zone des hauts de l'Ouest se caractérise également par une forte prévalence vis à vis de la leucose (LE1) (tableau IV). La zone de St Joseph se distingue essentiellement par une forte prévalence vis à vis de la cowdriose (CO1), et plus secondairement par une prévalence élevée vis à vis de *Babesia bigemina* et faible vis à vis de la fièvre Q (FQ0). La zone sud se démarque par une forte prévalence vis à vis de la fièvre Q (FQ2) et une faible prévalence vis à vis de la leucose (LE0) et de la cowdriose (CO0).

Les allaitants se distinguent comme pour le bilan initial par une forte prévalence vis à vis des hémoparasitoses (AN1, BI1, BO1). Le type laitier montre une forte prévalence vis à vis de la cowdriose (CO1). Les non adhérents présentent comme pour le premier bilan une prévalence faible vis à vis des hémoparasitoses. On restera néanmoins prudent en terme d'interprétation. Ici encore, les effets zone et type d'élevage se recouvrent. En effet, on notera comme pour le bilan initial que la zone des hauts de l'Ouest présente une proportion élevée d'élevages allaitants et que la zone de St Joseph une proportion élevée d'élevages laitiers (tableau XII).

Le tableau XVIII dresse un bilan des principales caractéristiques des zones et des types d'élevage. Les caractéristiques pour la maladie d'Akabane et la Dermatophilose sont lues dans le tableau III. **La forte prévalence vis à vis des hémoparasitoses (*Anaplasma*, *Babesia bigemina* et *bovis*) enregistrées dans la zone des plaines et des hauts de l'Ouest pour les 2 bilans est le résultat le plus évident. On notera également la forte diminution de la prévalence vis à vis de la cowdriose enregistrées dans toutes les zones, à l'exception de la zone de St Joseph.** Ces éléments seront discutés plus loin.

1.2.3. Autopsies et cas cliniques.

Le protocole du suivi épidémiologique mis en place depuis le démarrage du projet prévoyait l'enregistrement des cas cliniques d'hémoparasitoses (anaplasmoses et babesioses) diagnostiqués par les vétérinaires praticiens (Barre et al, 1994). 211 cas cliniques d'hémoparasitoses ont ainsi été observés entre 1994 et 1997 pour l'ensemble des zones de l'île. Par ailleurs, sur 331 autopsies de bovin pratiquées durant cette même période, 15,7% (52 cas) ont abouti au diagnostic d'hémoparasitose. Les tableau XIX et XX présente la répartition des cas par zone et année. Aucun cas n'a été enregistré dans la zone Nord Est.

Pour les autopsies ayant révélé une mort par hémoparasitose, aucune différence de fréquence n'est observée en fonction de la zone ou de l'année (khi2 au seuil de 0,05). Pour les cas cliniques, on observe une augmentation importante du nombre de cas à partir de 96, essentiellement pour la zone des plaines et les hauts de l'Ouest. Il sera nécessaire dans la discussion de confronter ces résultats aux prévalences sérologiques. Mais il semble d'ores

		ANA	COW	BIG	BOV	FQ	CHL	LEU	BVD	AKA	DER
Bilan initial	Nord Est	-	+	-	-			+			
	Plaines	+	-	+	+	+		-	-	+	+
	St Joseph	-		-	-						-
	Hauts Ouest	+	+	+	+		-	+			+
	Sud	-	-	-	-	+		-	-		
Bilan final	Nord Est										
	Plaines	+	-	+	+	-	-				
	St Joseph		+	+		-					
	Hauts Ouest	+		+	+	-	-	+			
	Sud		-			+		-			

Tableau XVIII : principales caractéristiques des zones et de types d'élevage issues des analyses multidimensionnelles.

Année	Maladie	Zone				Total
		Plaines	St Joseph	Hauts Ouest	Sud	
1996	Hémoparasitoses	11	8	3	6	28
	Autres	48	47	17	38	150
1997	Hémoparasitoses	6	7	2	9	24
	Autres	52	35	16	26	129
Total	Hémoparasitoses	17	15	5	15	52
	Autres	100	82	33	64	279

Tableau XIX : répartition des cas de bovin autopsiés en 96 et 97.

Année	Zone				Total
	Plaines	St Joseph	Hauts Ouest	Sud	
1994	11	-	6	4	21
1995	15	-	-	12	27
1996	59	7	2	31	99
1997	29	6	2	27	64
Total	114	13	10	74	211

Tableau XX: répartition des cas cliniques d'hémoparasitose observés chez les bovins entre 94 et 97.

et déjà fort peu probable que le recueil des cas cliniques ait pu être fait de manière exhaustive. En effet, beaucoup de cas sont traités par les éleveurs eux mêmes et ne sont pas signalé aux vétérinaires. Or, seul un recueil exhaustif des cas aurait permis d'établir une relation de cause à effet entre l'évolution de la prévalence des cas cliniques et l'évolution de la prévalence sérologique.

1.3. Discussions

Les résultats de cette double enquête sérologique attestent de la présence sur l'île de La Réunion de toutes les maladies recherchées exception faite de la Fièvre de la Vallée du Rift et de la maladie de Wesselsbrön. Ils fournissent, conformément aux objectifs du projet POSEIDOM, des références objectives sur la séroprévalence des différentes pathologies. Ils permettent également de préciser le contexte épidémiologique des maladies vectorielles visées par le programme (anaplasmose et babesioses), fournissant des renseignements utiles à la précision d'une stratégie de lutte. Nous distinguerons deux types de maladies. Pour l'anaplasmose, les babesioses et la cowdriose, la diminution de la fréquence des formes cliniques suppose un équilibre entre le risque d'infection et les défenses immunitaires des animaux. A l'inverse, pour les autres maladies concernées par les bilans sérologiques, il est souhaitable de parvenir à l'élimination la plus complète possible des vecteurs.

1.3.1. Les hémoparasitoses (babesioses et anaplasmoses)

Les caractéristiques épidémiologiques de ces maladies sont très proches (Barre, 1980).

Babésioses à babesia begimina et babesia bovis. L'éradication vraie de la maladie passe par l'éradication des vecteurs. Le vecteur obligatoire pour la transmission des babesioses est une tique, très généralement boophilus microplus, tique à un seul hôte, spécifique des ruminants. Celle ci est très largement répandue à la Réunion, en particulier dans les zones d'élevage des hauts de l'île.

Anaplasmose. Elle est transmise électivement par les tiques (surtout boophilus), mais également par des insectes piqueurs comme les stomoxes, qui jouent un rôle majeur si ce n'est prépondérant dans l'épidémiologie de cette affection. Contrairement aux babesioses, il n'y a pas de transmission entre générations de tique.

Dans les 2 cas, la maladie se déclare si l'animal n'a pas été au préalable au contact du protozoaire et n'est pas immunisé. Pour limiter l'apparition des cas cliniques, préjudiciables sur le plan économique, on doit rechercher une situation où la pression parasitaire est assez faible pour que l'immunité ne soit pas débordée, mais suffisante pour que les jeunes subissent une première infection dans les premiers mois de vie. En effet, durant cette période, une protection passive est assurée par les anticorps maternels. La primo-infection est généralement moins sévère chez les jeunes de moins d'un an et se traduit par une forme fruste voire inapparente, qui permet le développement d'une immunité active en relai de la protection colostrale (Alonso et al., 1992).

En fonction de ces éléments, on distingue quatre situations épidémiologiques (Barre, 1980):

Maladie présente, pullulation trop forte des vecteurs : la quasi totalité de la population est immunisée, la protection colostrale est efficace, et la pression infectieuse est suffisante pour permettre un taux d'infestation élevé des tiques et l'immunisation rapide des jeunes. Par contre, la surabondance des vecteurs peut provoquer des ruptures d'immunité du fait de leur pouvoir pathogène direct (stress, anémie par spoliation sanguine) ou par transmission de maladies intercurrentes, provoquant l'apparition de formes cliniques souvent graves sur des animaux pourtant immunisés ou non immunisé comme les animaux importés.

Situation stable : la population est protégée, la pression infectieuse est suffisante pour maintenir l'immunité, mais le niveau parasitaire est assez modéré pour ne pas déborder la résistance des animaux. Les formes cliniques sont frustres et n'apparaissent le plus souvent

que chez des animaux nouvellement introduits. C'est la situation recherchée lorsque l'éradication est irréalisable.

Situation instable : la pression infectieuse n'est pas suffisante pour que tout le cheptel ait contracté au moins une fois la maladie. Une large proportion des animaux n'est pas immunisée et les formes cliniques sont graves voire mortelles. Dans les zones d'enzootie, cette situation peut être provoquée transitoirement par des campagnes de lutte chimique trop massive ou par une période de sécheresse prolongée amenant la raréfaction des tiques suivie d'une période pluvieuse (Alonso, M. et al., 1992).

Situation critique : Le cheptel est indemne, mais il existe un risque que le vecteur et les maladies transmises réapparaissent. Ce serait le cas d'un îlot sain dans une région infestée. La population n'est pas protégée, et une réintroduction par l'extérieur se solde par une épizootie grave.

Le risque clinique est l'élément majeur à considérer en matière d'hétoparasitose. Une méthode proposée par (Mahoney, 1977) permet de caractériser la situation épidémiologique à partir de la prévalence sérologique des animaux par classe d'âge. La classe d'âge 6-18 mois est la plus intéressante à étudier. En effet, les animaux prélevés en 94 et en 98 sont forcément différents. De plus, les résultats sérologiques des animaux prélevés en 98 reflètent directement l'impact du projet de lutte, les facteurs climatiques mis à part. En considérant les animaux de la classe 6-18 mois (moyenne d'âge 1 an), la situation est considérée stable avec une prévalence sérologique dépassant 84% et instable en deçà, avec un risque maximal entre 17 et 84%, et un risque moindre en deçà de 17%, du à la raréfaction des primo-infections. Le tableau XXI dresse un bilan des séroprévalences enregistrées à la Réunion pour cette classe d'âge. Les figures 6 et 7 positionnent chaque zone ou chaque type et chaque agent par rapport aux seuils critiques (Camus et al., 1994).

		TYPE				ZONE					Total
		Allaitant	Laitier	Engrais.	Non adhérent	Nord-Est	Plaines	St Joseph	Hauts Ouest	Sud	
Anaplasmose	94	32.4%	20.9%	12.5%	11.0%	7.8%	34.7%	8.9%	15.7%	11.5%	15.7%
	98	32.8%	21.6%	30.4%	20.9%	15.9%	23.9%	20.0%	30.7%	28.1%	23.7%
	Total	32.6%	21.4%	25.8%	16.4%	12.3%	28.3%	16.0%	24.6%	20.2%	20.4%
B. bigemina	94	67.6%	48.8%	62.5%	30.7%	25.5%	57.1%	40.0%	58.8%	19.2%	39.9%
	98	48.3%	40.5%	47.8%	27.7%	33.3%	45.1%	37.5%	36.0%	21.1%	35.3%
	Total	55.4%	43.6%	51.6%	29.1%	29.8%	50.0%	38.4%	45.2%	20.2%	37.2%
B. bovis	94	61.8%	23.3%	25.0%	19.6%	9.8%	53.1%	11.1%	39.2%	17.3%	26.2%
	98	50.0%	18.9%	43.5%	24.6%	19.0%	40.8%	16.3%	33.3%	36.8%	28.9%
	Total	54.3%	20.5%	38.7%	22.3%	14.9%	45.8%	14.4%	35.7%	27.5%	27.8%

Tableau XXI : récapitulation des séroprévalences par zone et par type pour la classe d'âge 6-18 mois

On constate donc que la situation épidémiologique vis à vis des hétoparasitoses est instable pour les 2 bilans, quelque soit l'agent infectieux, la zone, et le type d'élevage (tableau XXI), avec un risque maximal d'apparition de cas cliniques, en particulier chez les jeunes animaux. Ces conclusions sont à moduler en fonction des types d'élevage et des zones. On enregistre les séroprévalences les plus élevées dans les zones de pâturage (plaines et hauts de l'Ouest), plus propices au développement de *Boophilus* (Barre, 1980) et pour le type allaitant (figure 4B, 4C, 5B et 5C), qui les fréquente le plus.

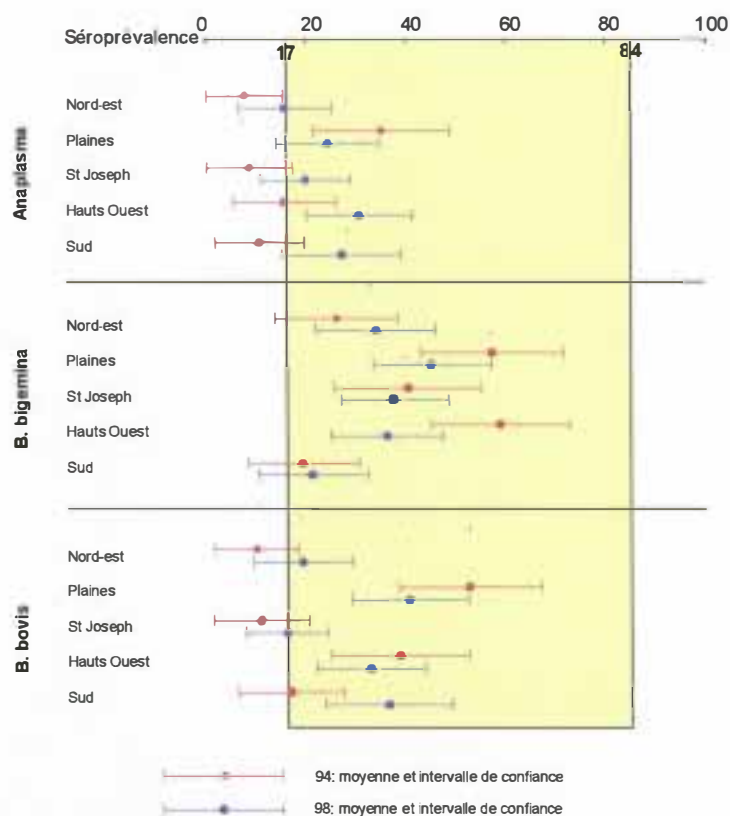


Figure 6 : représentation des séroprévalences par agent infectieux et par zone (moyenne et intervalle de confiance). La zone de risque maximale est matérialisée en jaune.

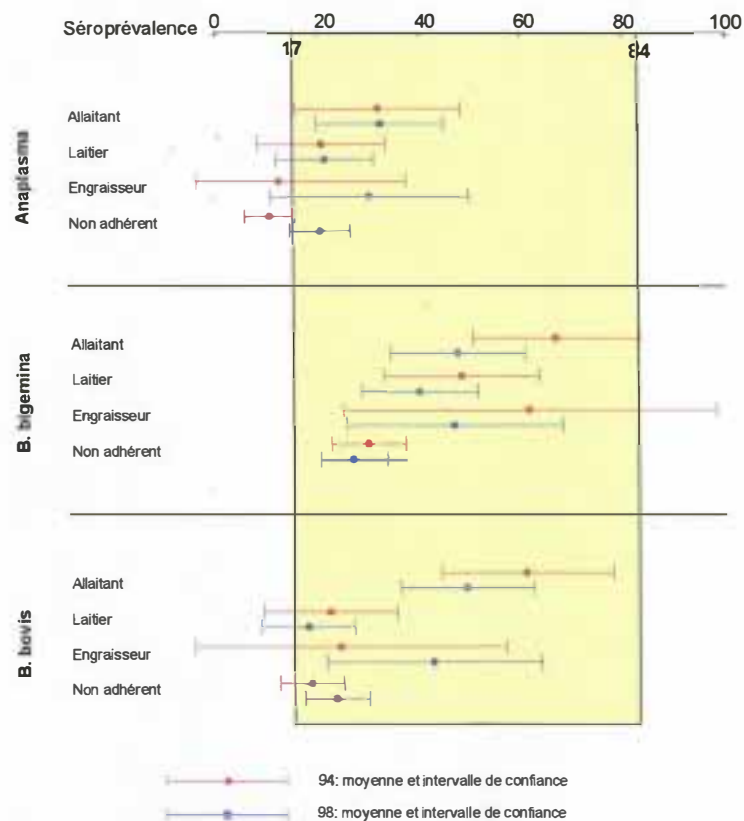


Figure 7 : représentation des séroprévalences par agent infectieux et par type d'élevage (moyenne et intervalle de confiance). La zone de risque maximale est matérialisée en jaune.

Pour ces groupes, la diminution des séroprévalences entre 94 et 98 pourrait indiquer une aggravation de l'instabilité épidémiologique, engendrée par une probable diminution des populations de tiques suite à la mise en œuvre de la lutte chimique. Les résultats sont toutefois équivoques au regard des enregistrements cliniques. L'hypothèse préalable est confortée par les relevés de cas cliniques pour ce qui concerne la zone des plaines (multiplication du nombre de cas cliniques par 4) et pour la zone sud (multiplication du nombre de cas cliniques par 2) qui entre dans la fourchette de risque maximal pour *Babesia bovis*. Elle ne l'est cependant pas pour la zone des hauts de l'Ouest où les cas cliniques demeurent très rares malgré une nette diminution de la prévalence vis à vis des babesioses et une augmentation de prévalence vis à vis d'*Anaplasma* qui dépasse le seuil de risque maximal. Il est donc difficile d'émettre des conclusions plus étayées sans informations complémentaires sur l'évolution des populations de tiques et sans certitude quant à l'exhaustivité des enregistrements cliniques. La prévalence élevée enregistrée chez les engraisseurs n'est pas interprétable en raison d'un effectif prélevé limité. Le type « non adhérent » présente la prévalence sérologique la plus faible pour les 2 bilans (figures 4C et 5C). L'explication de ce dernier point tient peut être au fait que les conditions de stabulation ou l'attache au piquet sont des conditions défavorables à la réalisation des cycles parasites chez la tique. Ce type d'élevage reste néanmoins mal caractérisé à l'inverse des autres et rassemble l'ensemble des petits troupeaux non affiliés. Il aurait été nécessaire pour aller plus loin de disposer d'informations complémentaires sur les pratiques d'élevage (pâturage, rythme de rotation ...) et sur la dynamique des populations de tiques, de manière à mieux caractériser les relations parasites-hôtes-bovins. La comparaison des données météorologiques pour les mois ayant précédé et au cours desquels les prélèvements des 2 bilans ont été effectués (hachuré) montrent que les conditions de pluviométrie ont quelque peu différé (figure 8). Cela a pu avoir également un impact direct sur la densité des populations vectorielles, et indirectement sur les résultats sérologiques.

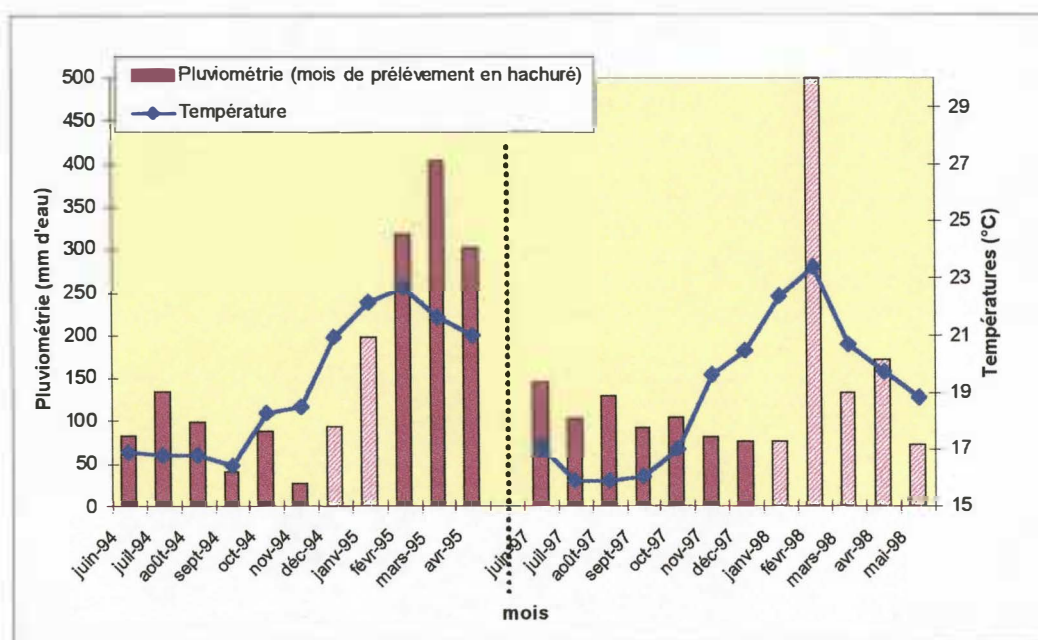


Figure 8 : évolution de la température et de la pluviométrie avant et pendant les prélèvements sérologiques pour chacun des 2 bilans

Les 3 hémoparasitoses sont souvent associées (tableaux XIV), ce que l'on retrouve en d'autres lieux comme les Antilles (Alonso et al., 1992) confirmant une certaine communauté des vecteurs de transmission (tiques). Néanmoins, l'évolution différente de la prévalence sérologique pour l'anaplasmose confirme l'importance des stomoxes dans la transmission de cette affection, déjà évoquée quelques années plus tôt par (Barre, 1980). Le tableau XXII résume les résultats de l'enquête sérologique réalisée en 87 (Poulin, 1987).

	St Joseph	Plaines Cafres	St Leu	3 Bassins	Avirons	Nord-est	Plaine Palmistes	Total
Prévalence	11%	51.7%	33%	26%	9.6%	34.3%	58.2%	35%
Nb	780	1666	725	133	479	213	213	4210

Tableau XXII : résultats sérologique de l'enquête de 87.

La diminution apparente de la séroprévalence vis à vis de l'anaplasmose est délicate à interpréter en raison de l'utilisation de tests sérologiques différents.

En conclusion, pour les maladies vectorielles majeures ciblées par le projet POSEIDOM, la situation du cheptel réunionnais est restée instable. La probabilité qu'une piqûre par un stomoxe ou une tique inocule la maladie à un jeune animal protégé par les anticorps maternels est trop faible pour assurer un niveau général d'immunité suffisant. En d'autres termes, les vecteurs sont présents, mais trop peu d'entre eux sont contaminants pour espérer atteindre une situation épidémiologique stable. **Le risque d'apparition d'hémoparasitoses aiguës était et est resté très élevé, ce que semblent confirmer les relevés cliniques.** A titre indicatif, on pourra comparer ces résultats à ceux de quelques enquêtes sérologiques effectuées dans les pays de la sous-région et aux antilles (Poulin, 1987 ; Applewhaite et al., 1981 ; Alonso et al., 1992).

La pullulation des vecteurs est très saisonnière, et la très grande majorité des cas cliniques survient entre octobre et mai. Sur des animaux non immunisés (animaux importés par exemple), il est logique que l'incidence clinique soit proportionnelle au nombre de vecteurs. De plus, certains bovins protégés déclarent très probablement des hémoparasitoses cliniques par ruptures d'immunité en saison de très forte pullulation. Dans les deux cas, la lutte par application d'insecticides sur les animaux est néanmoins justifiée en saison d'activité des vecteurs, pour diminuer le risque de primo-infection chez les animaux vierges et éviter les ruptures d'immunité sur les autres (Barre, 1980 ; Lanot, 1996)

La lutte engagée dans le cadre du programme POSEIDOM ne pourra avoir d'effet durable sur les productions et l'état sanitaire des animaux si l'on ne maintient pas des applications d'acaricides sur les bovins en saison des pluies, ces traitements chimiques venant en complément de la lutte biologique qui assurera une action de fond sur les populations de stomoxes. Une surveillance de la résistance des vecteurs aux acaricides serait dans ce cas nécessaire. L'élevage réunionnais peut attendre un bénéfice très significatif de ces mesures, mais on doit rester conscient que la protection immunitaire du cheptel contre les hémoparasitoses se maintiendra au mieux à son faible niveau actuel, et que l'éradication des tiques et des stomoxes est difficilement réalisable (Barre, 1981). La diminution ou l'arrêt des traitements se solderait donc très probablement par une flambée de parasitoses sanguines aiguës. La vaccination contre les hémoparasitoses est encore un sujet de recherche. Mais elle pourrait à terme dans le contexte réunionnais constituer un moyen de lutte « biologique » complémentaire intéressant dans la suite des efforts actuellement entrepris.

1.3.2. La coudriose

On passe d'une séroprévalence de 38% à 8% chez les bovins et de 7 à 2% chez les caprins. Cet écart important est certainement à mettre à l'actif de la lutte chimique contre les tiques. Cependant, cette chute de la prévalence sérologique peut certainement être imputable également pour partie à une amélioration de la spécificité du test utilisé en 98 (Mondry et al., 1998). En effet, chez les bovins, les résultats de sérologie coudriose en 94 contrastent avec l'extrême rareté des descriptions cliniques. Les 25% de sérums bovins positifs en 94 (seuil de 50%) dans la zone des plaines, dont l'altitude exclut la présence d'*Amblyomma*, peuvent être dus soit à des animaux achetés dans les Bas, soit à des réactions sérologiques croisées

avec l'ehrlichiose bovine, problème bien connu et souvent rencontré dans d'autres enquêtes sérologiques (Du Plessis et al., 1993 ; Martinez et al., 1993). Une enquête sérologique effectuée en Guadeloupe en 1992 a montré que la prévalence était plus élevée chez les caprins (53%) qu'elle ne l'est chez les bovins (19%) (Camus et al., 1993). La plus faible séroprévalence observée en 94 sur les caprins à la Réunion pourrait également être expliquée par la présence de ces réactions non spécifiques chez les bovins.

L'extrême rareté des descriptions cliniques peut aussi être due à une absence de diagnostic. Si les recherches de *Cowdria* ne sont pas effectuées systématiquement, la maladie peut rester dans l'ombre et apparaître peu répandue. Entre 1950 et 1962, seulement 24 cas de cowdriose ont été diagnostiqués à Madagascar, alors que la cowdriose s'est révélée beaucoup plus importante lorsqu'elle a été étudiée (Camus et al., 1988). Pour pouvoir révéler la véritable importance de la maladie à la Réunion, il serait intéressant qu'à l'avenir, une confirmation de laboratoire sur frottis de cortex cérébral puisse être demandée sur les cas de mort subite avec lésions d'épanchement séreux et/ou d'entérite (type entérotaxémie), et ce en particulier dans les élevages laitiers de la zone de St Joseph (figure 5B et 5C), qui, avec une séroprévalence de 16% en 98 établie avec un test très spécifique, représente actuellement la zone où le risque d'apparition clinique de la maladie chez les bovins semble le plus élevé. Il serait nécessaire également que la présence de la tique vectrice *Amblyomma Variegatum* puisse être rapidement confirmé dans cette zone.

En 94, aucune association entre les hémoparasitoses et la cowdriose n'est observée chez les bovins (figure 4A). La zone des plaines et la zone sud sont alors les moins touchées. Une association significative est constatée en 98 entre *Cowdria* et *Babesia bigemina* (Tableau XIV, figure 3B), qui pourrait s'expliquer par une certaine communauté de biotope pour ces vecteurs. L'absence de relation en 94 est peut être liée à l'existence de réactions croisées non spécifiques.

1.3.3. La dermatophilose

Les résultats (tableaux III et V) montrent une circulation en toutes zones de la bactérie *Dermatophilus congolensis* (aucune différence de prévalence entre zones). La recherche n'a été effectuée qu'en 94. Il n'y a pas de relation directe entre la séroprévalence et le risque de maladie clinique. En effet, des facteurs extérieurs favorisant sont nécessaires à l'expression clinique d'une infection comme l'humidité élevée et la présence de la tique *Amblyomma variegatum*, qui joue un rôle pathogène par la sécrétion de facteurs salivaires encore mal connus (activité immunodépressive), mais qui ne joue pas forcément le rôle de vecteur de *Dermatophilus Congolensis* (Martinez et al., 1993). Cela signifie en particulier qu'il est très improbable d'observer un jour des cas cliniques dans la zone des Plaines (absence d'*amblyomma*), même si la prévalence sérologique y est élevée. Par contre, le risque serait maximal si du bétail sensible, en particulier les bovins de races européennes, était placé en élevage dans les zones infestées par cette tique (Lanot, 1996).

1.3.4. Les autres agents infectieux

Les autres maladies recherchées sont potentiellement transmissibles aux ruminants par les tiques et les stomoxes. Ce ne semble cependant pas être le schéma principal à la Réunion. En effet, les résultats sérologiques vis à vis de la fièvre Q, la chlamydiose, la leucose et la maladie des muqueuses se positionnent sur l'axe 2 (figures 2A et 3A) et sont par conséquent indépendants des résultats obtenus pour les hémoparasitoses (qui eux se positionnent sur l'axe 1). Cela signifie qu'un résultat positif ou négatif vis à vis des hémoparasitoses ne semble influencer en rien le résultat vis à vis des autres agents bactériens et viraux. On peut faire l'hypothèse pour ces derniers d'une transmission globalement différente de celle des

hémoparasitoses. Certains résultats s'opposent même. C'est le cas de *Anaplasma* et du virus de la leucose en 94, ou de *Babesia Bigemina* et *Chlamydia*, *Babesia bovis* et le virus de la leucose, *Babesia bovis* et le virus BVD en 98, pour lesquels on enregistre une proportion très faible d'animaux doublement positifs (tableau XIV). Les tiques et les stomoxes ne constituent donc probablement pas des vecteurs passifs pour ces agents, dont la transmission semble être assurée par d'autres voies.

La leucose

La séroprévalence progresse régulièrement depuis 1987. Cette année là, la Réunion comptait 25% de bovins positifs (Pruniaux et al., 1991). Elle en compte 30% en 94 et 44% en 98. Toutefois, il y a lieu d'être prudent dans la comparaison 87-94. En effet, l'échantillonnage des animaux était différent de celui réalisé dans le cadre des 2 bilans du POSEIDOM. En 87, une large majorité des animaux provenait des plaines et seulement 5% des élevages avait plus de 10 têtes (contre 42% en 94, proportion des élevages bovins adhérents à des filières). En ne considérant que les résultats de la zone des plaines pour 94 et 98, on passe de 25, à 32 puis 39% de séroprévalence pour 87, 94 et 98 respectivement. En 87, la séroprévalence était du même ordre de grandeur que celle observée en métropole avant la mise en œuvre de toute prophylaxie à l'échelle nationale (1981). On peut donc penser que les caractéristiques locales sont aussi favorables à la dissémination du virus.

Le rôle de vecteur passif des stomoxes ou des tiques pour cette maladie avait été avancé en 87. Les résultats des bilans semblent montrer que ce mode de transmission reste secondaire. En effet, la séroprévalence vis à vis de la leucose a augmenté dans les mêmes proportions dans la zone de St Joseph (tableau VII) dans laquelle la lutte contre les stomoxes a été pourtant plus intense (lutte chimique et biologique). D'autre part, une relative opposition est constatée entre la leucose et l'anaplasmose (figures 2A et 3A) pour laquelle le rôle des stomoxes est mieux connu, ou entre la leucose et les autres hémoparasitoses transmises par les tiques.

En métropole, dans les conditions naturelles, l'infection est rarement contractée avant 18 mois, et le taux d'infection s'accroît régulièrement après cet âge jusqu'à l'âge de 6-8 ans. A la Réunion, on est passé de 22 à 33% de séroprévalence entre 94 et 98, pour la classe d'âge 6-18 mois. La transmission in utero pourrait être un mode de transmission non négligeable. Des taux de transmission variant de 14 à 25 % des mères infectées sont en effet évoqués dans la littérature (Toma et al., 1984). Le rôle du lait ou du colostrum semble limitée. D'autres modes pourraient jouer un rôle majeur comme la voie respiratoire ou la transmission iatrogène. Comme en métropole, les plus fortes prévalences sont observées en élevages laitiers.

La leucose n'a jamais été une maladie responsable de pertes économiques considérables (Huber et al., 1981) et la lutte a été initiée en Europe davantage pour des raisons d'entrave aux échanges internationaux et intra-communautaires. La Réunion n'exporte pas de bovins. Mais la progression de la prévalence sérologique entre 94 et 98 est inquiétante. Elle devrait rapidement inciter les autorités sanitaires de l'île et les filières de production animales à élaborer un programme de prophylaxie adapté à la situation actuelle (la leucose est soumise à un plan européen d'éradication). Il serait souhaitable que le profil sérologique de la maladie soit rapidement précisé (taux d'infection des animaux, taux d'infection des cheptels – que l'échantillonnage des bilans initial et final ne permettait pas d'obtenir) (Dufour et al., 1994).

La maladie d'Akabane

Bien que fragmentaires, les enquêtes séro-épidémiologiques montrent une très large distribution du virus en Asie du sud-est et en Afrique. Cette maladie n'a été recherchée qu'en 94 à la Réunion. Elle est essentiellement transmise par des culicoïdes et se traduit par des avortements suivis de rétention placentaire, de mortinatalité et des malformations congénitales (blocages articulaires, cécités, déformations de la tête). Les cas de malformations du nouveau-né sont très rarement décrits sur l'île, si bien que l'incidence clinique de la maladie d'Akabane n'est pas connue. Les anticorps sont neutralisants et il paraît logique qu'avec des taux de séroprévalence de 96 et 32% en moyenne pour des seuils de $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{64}$ ^{ème} respectivement, la maladie ne s'exprime pas ou très peu au plan clinique. Il convient cependant d'être vigilant, en sachant qu'en cas de problème un vaccin efficace existe au Japon (Inaba et al., 1990). La forte séroprévalence pour la classe d'âge 6-18 mois confirme un taux de transmission in utero élevé, voisin de 30% des mères infectées. Les rares enquêtes séro-épidémiologiques ayant inclus cet agent infectieux montrent des taux de séroprévalence voisins de ceux enregistrés à la Réunion (Norton et al., 1989)

La maladie des muqueuses (BVD)

Comme on le constate actuellement dans la plupart des pays européens où on observe des taux d'infection variant de 60 à 80%, l'infection est très largement répandue, dans toutes les zones et dans tous les types d'élevage, y compris les élevages non adhérents qui entretiennent très souvent des animaux de race rustique de type créole. Ce constat n'est pas surprenant dans la mesure où beaucoup de bovins des races améliorés sont importés de métropole sur l'île depuis au moins 3 décennies. Aucune prophylaxie n'est obligatoire en métropole vis à vis de cette affection et seules des actions individuelles au cas par cas sont entreprises. Vu la généralisation de l'infection, les actions systématiques à visée d'éradication sont même actuellement fortement déconseillées en raison de leur non rentabilité économique.

L'immunologie de cette maladie est très particulière. Le risque principal présentée par cette virose est l'infection intra-utérine d'une mère non immunisée entre 40 et 125 jours de gestation. Cette infection peut aboutir à la naissance de veaux cliniquement sains, porteurs immunotolérants du virus en permanence (IPI), incapables de produire des anticorps et donc séronégatifs. Ces veaux représentent 1 à 2% des bovins et constituent le réservoir majeur du virus à partir duquel vont naître et se propager de nouvelles infections. Ces animaux IPI peuvent vivre plusieurs mois sans aucun trouble et déclencher en cas de surinfection avant 3 ans par une souche virale antigéniquement proche de la souche initiale une forme incurable et mortelle, caractérisée par de la diarrhée et un amaigrissement très rapide (appelé maladie des muqueuses) (Blood et al., 1989 ; Adoux et al., 1993). La contagion se fait principalement par contact direct et étroit entre un animal excréteur et un animal sensible, via l'ensemble des sécrétions et excréments. Cependant, la transmission indirecte et mécanique par des insectes piqueurs, en particulier les stomoxes, est possible et a déjà été prouvée expérimentalement (Tarry et al., 1991).

Les animaux séropositifs sont protégés à vie, si bien que dans le contexte de La Réunion la prévention vaccinale n'est utile que dans le cas particulier d'élevages indemnes, s'il en existe, contractant le virus pour la première fois. Une étude mise en place par le CIRAD, la SICAREVIA et l'ARIBEV en 95 a permis d'identifier l'implication du BVDV et du RSV (Virus respiratoire syncytial) dans l'apparition des bronchites infectieuses en ateliers d'engraissement (Lanot et al., 1995). Suite à cela, une prophylaxie médicale a été mise en place à partir de 95 sur les jeunes broutards à leur arrivée au centre d'allotement de Montcaprice et a permis de diminuer considérablement l'incidence de cette pathologie chez les engraisseurs. Dans les élevages allaitants, une vaccination a été également mise en

place depuis 1995 au moment du sevrage sur les génisses destinées au renouvellement du cheptel reproducteur. Une vaccination systématique contre la maladie des muqueuses est également réalisée depuis 94 sur les génisses laitières dès leur arrivée dans la ferme de ré-élevage de la SICALAIT. L'interprétation des résultats concernant cette infection est donc délicate pour plusieurs raisons. D'une part, la vaccination avec un vaccin atténué (RISPOVAL®) peut interférer sérologiquement avec l'infection naturelle. D'autre part, plusieurs interprétations des mêmes résultats peuvent être avancées.

1- Des éléments laissent supposer que la baisse de la séroprévalence générale de plus de 20 points observée entre 94 et 98 puisse être mise, au moins pour partie, au crédit des différentes prophylaxies médicales mises en place sur certains groupes d'animaux au cours de ces dernières années à la Réunion. En effet, après vaccination, les anticorps se maintiennent plusieurs années et confèrent une bonne protection contre les re-infections naturelles ultérieures, qui elles mêmes provoquent une remontée du taux d'anticorps protecteurs, limitant notamment l'excrétion et la circulation virale, ainsi que la « création » de nouveaux IPI. Dans les types allaitant et laitier, les vaccinations se traduisent ainsi par l'entrée dans les troupeaux d'une plus forte proportion de mères protégées. La fréquence des primo-infections entre 40 et 125 jours de gestation s'amoindrit, avec en corollaire, une diminution de l'apparition de nouveaux IPI et un affaiblissement du réservoir de virus. Cela se traduit à terme par un risque plus faible d'infection naturelle chez les jeunes animaux, ce que semblent valider les résultats. On n'observe en effet une diminution importante de la séroprévalence que dans les 2 premières classes d'âge (tableau IX et XI), ce que traduit l'interaction age*année. La diminution la plus limitée est observée dans les élevages de type non adhérent (12 points), dans lesquels aucune prophylaxie médicale n'est mise en place. L'achat d'animaux vaccinés au centre de Montcaprice par ces éleveurs pourrait être une explication à cette baisse.

2- Néanmoins, même limitée cette diminution existe. Le rôle des insectes dans la transmission de la maladie à la Réunion mérite donc également d'être évoqué et par la suite confirmé. On constate en effet que la diminution la plus importante (30 points) est enregistrée pour la zone de St Joseph, dans laquelle la lutte contre les stomoxes a été la plus intense (lutte biologique). On peut supposer une utilisation moins intensive des insecticides par les élevages de type non adhérent, pour expliquer la baisse plus limitée dans ce groupe. La diminution importante de la prévalence entre 94 et 98 pour les 2 premières classes d'âge (animaux nés après le démarrage du projet) pourrait étayer également cette hypothèse.

Il serait souhaitable pour faire la part des choses de dresser annuellement un bilan des actions prophylactiques individuelles entreprises sur l'île pour pouvoir confirmer à posteriori par de nouvelles enquêtes sérologiques le rôle des insectes dans la transmission de la maladie. Le dépistage sérologique et l'élimination des animaux IPI ou le dépistage des troupeaux possédant des IPI sur la base d'un nombre limité de prélèvements individuels (Houe, H., 1993) pourrait être des mesures additionnelles complémentaires permettant à terme une diminution des nouvelles infections.

La Chlamydiose et la fièvre Q

Ici encore, il convient d'être prudent dans l'interprétation des résultats chez les éleveurs laitiers qui ont entrepris une prophylaxie médicale contre ces affections pour une large fraction d'entre eux. Les résultats sérologiques montre une association fréquente des 2 infections à la fois chez les bovins et les caprins (tableau XIV, figures 2 et 3). 19 et 61% des bovins et 67 et 80 % des caprins sont doublement positifs pour le bilan initial et final respectivement. Une transmission identique est donc fort probable, au moins pour les caprins, chez lesquels on peut écarter toute interférence vaccinale. Pour la chlamydiose, un

seuil de $1/80^{\text{ème}}$ est généralement retenu comme dilution limite au delà de laquelle un diagnostic d'infection évolutive (récente) peut être établi lors d'un examen de groupe. Des réactions entre $1/10^{\text{ème}}$ et $1/40^{\text{ème}}$ ne sont pas significatives d'infection évolutive mais indiquent une infection latente (ancienne), les anticorps persistant en effet plusieurs années après leur apparition. Sur 1029 bovins prélevés, 5 et 6 présentaient un taux égal ou supérieurs au $1/80^{\text{ème}}$ pour la chlamydiose et la fièvre Q respectivement, et sur 577 caprins prélevés, 10 présentaient un taux égal ou supérieurs au $1/80^{\text{ème}}$ pour la chlamydiose (aucun pour la fièvre Q). Ces cas bovins et caprins sont apparus dans des troupeaux différents et ne permettent pas d'objectiver une relation entre espèces.

La chlamydiose : aucun effet âge, des différences entre zones peu marquées et une augmentation modérée de la prévalence entre 94 et 98 sont les principales caractéristiques de cette infection chez les bovins. L'augmentation plus marquée en élevages laitiers pourrait être liée à la vaccination, de plus en plus répandue. Chez les caprins, on notera en plus la forte augmentation de la prévalence entre les 2 bilans pour les zones des Hauts de l'Ouest et du Sud (tableau VIII), sans qu'une explication puisse être avancée – la vaccination ne semblant pas être en cause. L'augmentation de la prévalence chez les engraisseurs n'a pas grande signification compte tenu du faible nombre d'animaux prélevés en 94.

Une large majorité des réactions positives vis à vis de la cowdriose et de la dermatophilose chez les caprins s'observe sur des animaux conjointement positifs à la chlamydiose (tableau XV). *Amblyomma variegatum* pourrait ainsi être impliquée dans la transmission de la chlamydiose aux caprins, sans en être de loin l'unique voie, puisque près de 70% des animaux négatifs vis à vis de la cowdriose ou de la dermatophilose sont positifs vis à vis de la chlamydiose (seuil de $1/10^{\text{ème}}$). Le rôle de la tique *Boophilus* comme réservoir de *Chlamydia* et *Coxiella burnetti* est également décrit dans la littérature (Poulin, 1987)

La fièvre Q : la transmission de la fièvre Q se fait soit par contact direct et étroit entre 2 animaux (inhalation), soit par l'intermédiaire d'une tique (*Boophilus microplus*). Pour la fièvre Q, un seuil de $1/40^{\text{ème}}$ est généralement retenu comme dilution limite au delà de laquelle un diagnostic d'infection évolutive (récente) peut être établi lors d'un examen de groupe. Des réactions entre $1/10^{\text{ème}}$ et $1/20^{\text{ème}}$ indiquent une infection plus ancienne.

La prévalence sérologique observée en 94 est conforme aux résultats d'autres enquêtes séro-épidémiologiques effectuées en Europe (Literak et al., 1998). Le fait le plus marquant est l'ampleur de l'augmentation de la prévalence chez les bovins entre 94 et 98, quelque soit le type d'élevage, la zone et la classe d'âge. Le test ne peut être impliqué dans ce fait. En effet, le même test a été utilisé pour les 2 bilans (Russo, 1990), et l'on retrouve chez les caprins des séroprévalence très voisines. Il est difficile d'avancer une explication à cette hausse. Il faut admettre qu'il est très probable que les tiques ne soient pas impliquées dans la transmission de l'infection. L'effet âge observé chez les bovins va également dans le sens inverse de ce que l'on enregistre dans d'autres enquêtes séro-épidémiologiques (taux de prévalence supérieure chez les vaches adultes en comparaison avec les génisses) (Martini et al., 1994). La prévalence la plus faible en 98 (dilution $1/20^{\text{ème}}$) est enregistrée dans la zone de St Joseph. Il est cependant difficile de faire la relation avec la lutte biologique car le rôle des mouches dans la transmission de la fièvre Q est mal connu.

La diffusion très large de ces maladies infectieuses abortives fait courir un risque important d'avortements, de métrites et d'infécondité, particulièrement en élevage de petits ruminants et en production bovine intensive sur races spécialisées. En élevage bovin laitier, l'implication de la chlamydiose et de la fièvre Q a pu être certifiée dans 13% et 11% respectivement, et suspectée dans 40% et 24% des cas d'avortements respectivement. Ces infections sont également responsables de métrites et d'infécondité dans près de 33% et 13% des élevages respectivement (Lanot et al., 1995). L'existence d'un possible relai caprin pour la fièvre Q pourrait à l'avenir être prospecté si l'on dispose de résultats sérologiques

permettant d'établir un taux de séroprévalence intra-troupeau et d'informations complémentaires sur la présence de caprins dans les troupeaux bovins.

Il serait souhaitable de mettre en place une enquête épidémiologique à l'échelle de l'île visant à mieux cerner les agents infectieux impliqués dans l'apparition d'avortements et de métrites-endométrites en élevages bovins et caprins.

2. Le suivi en ferme

Un suivi en ferme avait été prévu dès le départ afin de mesurer l'impact réel du projet POSEIDOM sur l'évolution de certains critères sanitaires et zootechniques. Plusieurs opérations de suivi ont été effectuées conjointement dans différents élevages : suivi de l'hématocrite, lâchers de stomoxes parasités, mesures du taux d'infestation des pupes. Les tableaux suivants (tableau XXIII et XXIV) résument la répartition des troupeaux pour chacun de ces suivis. Une zone pilote a été installée en 1996. Elle regroupe une trentaine d'éleveurs dans la zone des hauts de St Joseph, essentiellement laitiers ou engraisseurs (1 seul allaitant) (Figure 9). Chez ces éleveurs, des lâchers de stomoxes parasités sont régulièrement effectués depuis le début de l'année 1996. Parmi ceux ci, 5 figurent dans le suivi en ferme (qui compte au total 24 éleveurs). Les autres sont répartis dans différentes zones et pour différents types d'élevage. Pour le suivi en ferme, tous les types d'élevage ne sont pas représentés dans toutes les zones (cf. tableau XXIII).

Eleveurs suivis en fermes

Type d'élevage	Zone					Total
	1	2	3	4	5	
Allaitant		2 179	1 199	3 336		6 714
Engraisseur			1 189		6 411	7 600
Laitier		2 268	4 539	2 115	2 176	10 1098
Total		4 447	6 927	5 451	8 587	23 2412

nb d'élevages et nb d'animaux

Lâchers de stomoxes parasités

Mesure du taux d'infestation des pupes

Type d'élevage	Zone					Total	Zone					Total
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Allaitant			2			2			1			1
Engraisseur	1		13		2	15					2	2
Laitier		5	15	1	2	23		2	4			6
Total	1	5	29	1	4	40		2	5		2	9

nb d'élevages

nb d'élevages

Tableau XXIII. Répartition par zone et type de production des animaux et des élevages pour les différentes opérations de suivi.

Saison

Année	Humide	Sèche	Total
1995	258	373	631
1996	434	501	935
1997	414	432	846
Total	1106	1306	2412

nb d'animaux

Tableau XXIV. Répartition par année et saison des animaux du suivi sanitaire.

2.1 Hématocrite

La répartition des élevages et des animaux du suivi en ferme (tableau XXIII) montre qu'il sera difficile de prendre en compte tous les effets simultanément : zone (4 modalités), type (3 modalités), lacher (2 modalités), saison (2 modalités), année (3 modalités). Rappelons ici que le but du suivi en ferme était de comparer des critères zootechniques ou sanitaires dans une vingtaine d'élevage de tous types dans 2 situations à 4 années d'intervalle. La répartition initiale des élevages n'a pas été raisonnée pour prendre en compte de manière optimale l'effet zone. Le plan expérimental se trouve donc déséquilibré pour cet effet avec une forte interaction avec le type d'élevage. L'effet zone n'a donc pas été pris en compte. L'analyse n'a pris en compte que les effets type d'élevage, lâcher (présence ou absence), année (1995, 1996, 1997) et saison (humide, de décembre à mai ou sèche de juin à novembre). On notera l'absence de lâcher pour l'année 1995. Il était nécessaire enfin d'ajouter l'effet âge en co-facteur. En effet, on sait que l'hématocrite est plus élevé chez les jeunes pour des raisons physiologiques. On ne connaît malheureusement pas la date de naissance pour tous les animaux (date inconnue, numéro incomplet...). Sur 2412 relevés d'hématocrite, 1465 ont été in fine exploitables. Le tableau XXV présente les effets des différents facteurs. Une interaction type*âge a été incluse au modèle pour prendre en compte le fait que l'âge des animaux à l'engrais est moins élevé en moyenne que l'âge des animaux appartenant aux autres types.

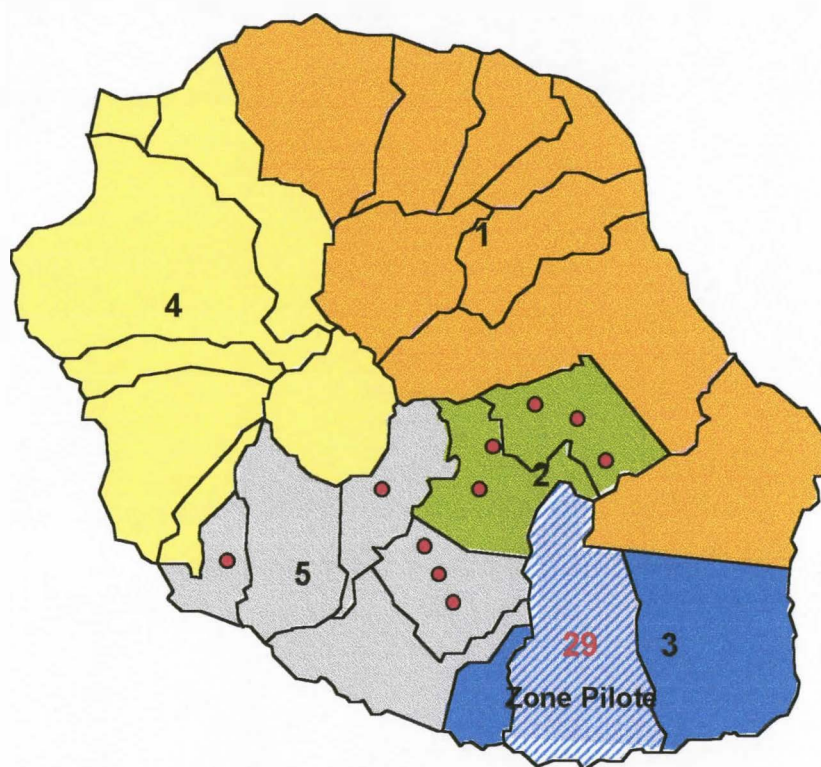


Fig. 9. Localisation des lâchers de stomoxes parasités à la Réunion.

Les analyses sont effectuées avec la procédure GLM de SAS (SAS Institute Inc, 1989). La figure 10 représente les moyennes et leur erreur standard pour toutes les catégories de chacun des facteurs. D'après le *tableau XXV*, tous les effets sont significatifs. L'hématocrite est significativement plus élevé en l'absence de lâcher, il est plus élevé en saison sèche qu'en saison humide. Le type allaitant présente l'hématocrite le plus élevé et le type laitier, le plus bas (valeurs des moyennes ajustées). La valeur élevée observée du type engraisseur a été ajustée par le modèle. Elle était due au jeune âge des animaux. L'hématocrite plus bas des éleveurs laitiers peut s'expliquer par l'âge plus grand des animaux dans ce groupe.

Effet	Signif.	Catégorie	Nb	Moyenne observée	Moyenne ajustée
Type	0.0001	Allaitant	509	32.75	33.23
		Laitier	568	29.32	29.64
		Engraisseur	388	36.34	32.19
Annee	0.0019	95	535	32.96	32.04
		96	616	31.56	31.23
		97	314	32.96	31.8
Saison	0.0010	décembre-mai	749	32.07	31.35
		juin-novembre	716	32.68	32.03
Lacher	0.0302	absence	590	33.78	31.95
		présence	775	31.11	31.43
age	0.0001	-	-	-	-
Age*type	0.0001	-	-	-	-

Tableau XXV : Résultats de l'analyse des sources de variation de l'hématocrite chez les 1465 bovins

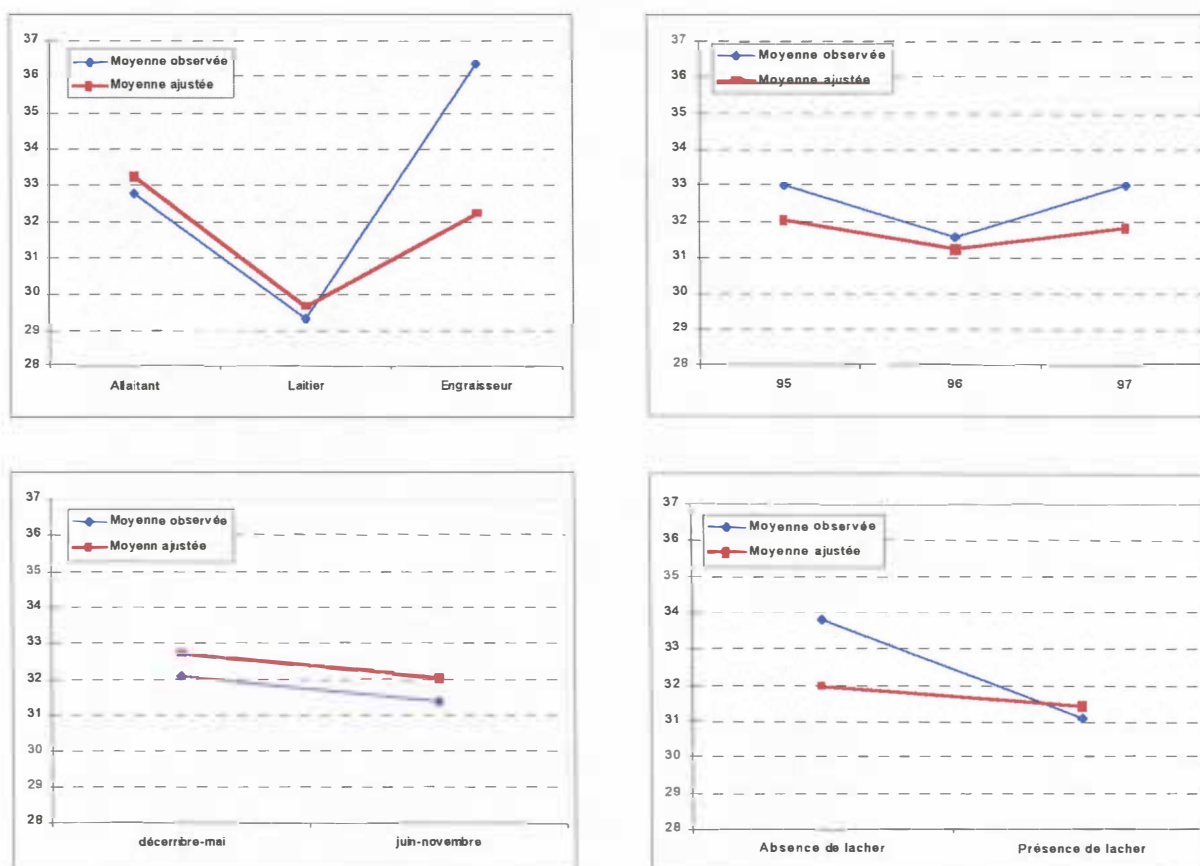


Fig. 10 Diagrammes des moyennes observées (bleu) et ajustées par le modèle (rouge) du taux d'hématocrite pour chaque groupe de chaque facteur.

L'hématocrite plus bas en saison des pluies peut être rattaché à une augmentation des populations de tiques et à une plus forte prévalence des hémoparasitoses malgré l'utilisation intensive de l'insecticide préconisée par le projet. Il peut être également lié à la pullulation des stomoxes, qui rappelés le sont capables en cas de forte infestation (200 mouches) de prélever plus de 2 litres de sang sur 8 heures d'activités (Poulin, 1987). Mais il y a lieu d'être prudent, l'hématocrite n'est pas un critère spécifique des hémoparasitoses ou de la spoliation par les stomoxes. Il peut être également relié à un plus fort parasitisme digestif ou à des déséquilibres alimentaires fréquent en saison humide. D'ailleurs, les écarts entre

saisons demeurent très limitées. L'effet année et l'âge restent peu marqués et les différences enregistrées sont probablement sans signification clinique. Pour une comparaison optimale, il aurait fallu établir le niveau moyen de l'hématocrite des animaux avant le démarrage de la première campagne de Butox et dans des élevages sans aucune lutte, ni chimique ni biologique (vrais témoins). Le but de l'échantillonnage des élevages du suivi en ferme ne prévoyait qu'une comparaison des résultats dans le temps au départ, et ce n'est qu'à posteriori qu'il a été décidé de mesurer l'effet d'autres facteurs. Dans la suite du projet, il sera indispensable de raisonner l'échantillonnage des élevages pour mesurer l'impact des différentes mesures que l'on souhaite appliquer soit conjointement soit successivement dans le temps.

2.2. Les captures de mouches au filet

Des comptages de mouches ont été réalisés tous les mois chez les éleveurs du suivi en ferme avec différenciation entre *stomoxis nigra*, *stomoxis calcitrances* et autres diptères. On ne s'intéressera pas aux autres diptères. En effet, seuls les stomoxes piquent le bétail et sont susceptibles d'être des vecteurs d'hétoparasitoses. La prise en compte des autres espèces non piqueuses par exemple *musca* pourrait masquer l'effet des lâchers qui ne concerne que le genre stomoxes et pourrait faire ressortir d'autres effets parasites, par exemple ceux liés au confinement des animaux et à l'hygiène de l'élevage.

On cherche à expliquer le nombre total de stomoxes des espèces *nigra* et *calcitrances* capturées par filet lors des passages mensuels du suivi en ferme. La faible précision de la mesure (conditions de terrain difficiles) est à noter. Les analyses sont effectuées avec la procédure PROC MIXED – GLIMMIX de SAS (SAS Institute Inc, 1989). Trois effets sont pris en compte, le type d'élevage, les lâchers (présence ou absence) de stomoxes et la saison. Les saisons ont été définies en fonction de la figure 8. On constate en effet une augmentation du nombre de mouches quel que soit le type d'élevage à partir du mois d'octobre, c'est à dire, à partir du moment où l'on observe une remontée des températures et de la pluviométrie. La fin de la saison des pluies 1995-1996 et le début de la saison des pluies 1997-1998 ont été éliminés (observations partielles). La zone n'est pas prise en compte pour les mêmes raisons invoquées pour les hématocrites. Les résultats sont présentés dans le tableau XXVI.

Effet	Signif.	Catégorie	Nb	Moyenne ajustée Nombre moyen de mouche par capture
Type	0.0001	Allaitant	96	0.86
		Laitier	159	2.42
		Engraisseur	112	2.94
Saison	0.0001	Juin-novembre 96	106	1.90
		Décembre-mai 97	124	3.20
		Juin-novembre 97	137	1.01
Lâcher	0.7914	absence	187	1.86
		présence	180	1.80

Tableau XXVI : Résultats de l'analyse des sources de variation des captures de mouches (367 observations)

Seuls le type d'élevage et la saison sont significatifs. L'effet type est essentiellement dû à une différence entre les allaitants et les deux autres types. La plus grande difficulté de capturer les mouches et leur plus faible densité en milieu ouvert pourrait être une explication. L'effet saison est évident. On constate un plus grand nombre de mouches en saison humide, plus favorable au développement larvaire et nymphal. De plus, on observe un plus grand

nombre de mouches au cours de la saison fraîche 1996 par rapport à la saison fraîche 1997, ce qui pourrait être lié à la lutte chimique et biologique. Dans tous les cas, la capture des mouches au filet ne présente à l'evidence pas toutes les garanties de standardisation, de reproductibilité et de répétabilité. Il importera par la suite d'utiliser des méthodes de piégeage ayant déjà fait leur preuve (Moorgessenpillay, 1981).

2.3. Les comptages de mouches sur l'animal

Des comptages de stomoxes et des mouvements de gène (coups de queue, de tête, de pattes) qu'ils occasionnent chez les animaux ont été effectués mensuellement dans les 23 troupeaux du suivi en ferme, entre décembre 95 et novembre 97. A chaque passage du technicien, 10 à 15 têtes étaient choisies au hasard. Chaque animal était observé pendant 1 minute. On observe une très bonne corrélation (0,83) entre le nombre de mouches et le nombre de mouvements de gène (figure 11). L'analyse statistique sera effectuée sur le nombre de mouches, étant entendu que les conclusions restent valables pour le nombre de mouvements de gène.

Plusieurs facteurs peuvent faire varier la densité de la population de stomoxes. Celle ci est dépendante en tout premier lieu des conditions climatiques. La figure 11 présente l'évolution mensuelle conjointe du nombre de mouches pour les 23 troupeaux, ainsi que de la température et de la pluviométrie moyennes pour les 4 zones concernées (moyenne des résultats des stations de Colimaçons, Ligne Paradis, La Plaine des Cafres et Grand Coude). La forte pluviométrie enregistrée en avril 96 est sans doute responsable de l'augmentation du nombre de mouche. La température moyenne est alors très élevée. La forte augmentation du nombre de mouche en décembre 96 est concomitante de l'élévation des températures moyenne et antérieure aux fortes pluies observées en janvier 97. La température et le taux d'humidité sont donc très certainement les 2 facteurs qui agissent le plus directement sur la prolifération des mouches. Cette évolution des stomoxes est très proche de celle qui avait été observée en 86 (Poulin, 1987).

La densité de mouche varie également en fonction de l'altitude (Poulin, 1987). Elle est également très dépendante des conditions de logements des animaux. En l'absence d'informations complémentaires, ce facteur ne sera pas pris en compte directement dans les analyses statistiques. Elle est enfin dépendante des différentes mesures de lutte mises en œuvre par les éleveurs. La forte chute de la densité de stomoxes en mars 97 apparaît surprenante et difficilement explicable par les seuls facteurs climatiques (maintien de la température). Elles pourraient être liées à des déparasitages. Seules les dates de retrait des insecticides auprès des vétérinaires sont disponibles (les dates de déparasitages n'ont pas été communiquées). On inclura en co-facteur dans l'analyse statistique le délai séparant la date de retrait de l'insecticide et la date de comptage, de manière à prendre en compte au mieux la proximité d'un possible déparasitage. Le tableau XXVII présente les résultats (seuils de signification et moyennes ajustées) obtenus à partir de 421 moyennes mensuelles. Les analyses sont effectuées sous SAS avec la procédure SAS PROC MIXED - GLIMMIX (SAS Institute Inc, 1989)

On retrouve pour le type d'élevage une conclusion identique à celle déjà évoquée pour les captures de mouches au filet, à savoir un nombre plus limité de mouches chez les allaitants en raison de milieu ouvert. L'effet saison est tel qu'il est décrit graphiquement dans la figure 8, avec des comptages supérieurs entre décembre et mai 97. Les valeurs observées pour la première saison sont moitié moins nombreuses et doivent être prises en compte avec prudence dans la mesure où elles coïncident avec le démarrage du suivi. Aucun effet du délai entre le retrait de l'insecticide et la date d'observation n'est mis en évidence. Enfin, on observe aucune différence entre les élevages qui pratiquent la lutte biologique et les autres. Ces différences existent très certainement, mais le plan expérimental (qui n'a pas été conçu

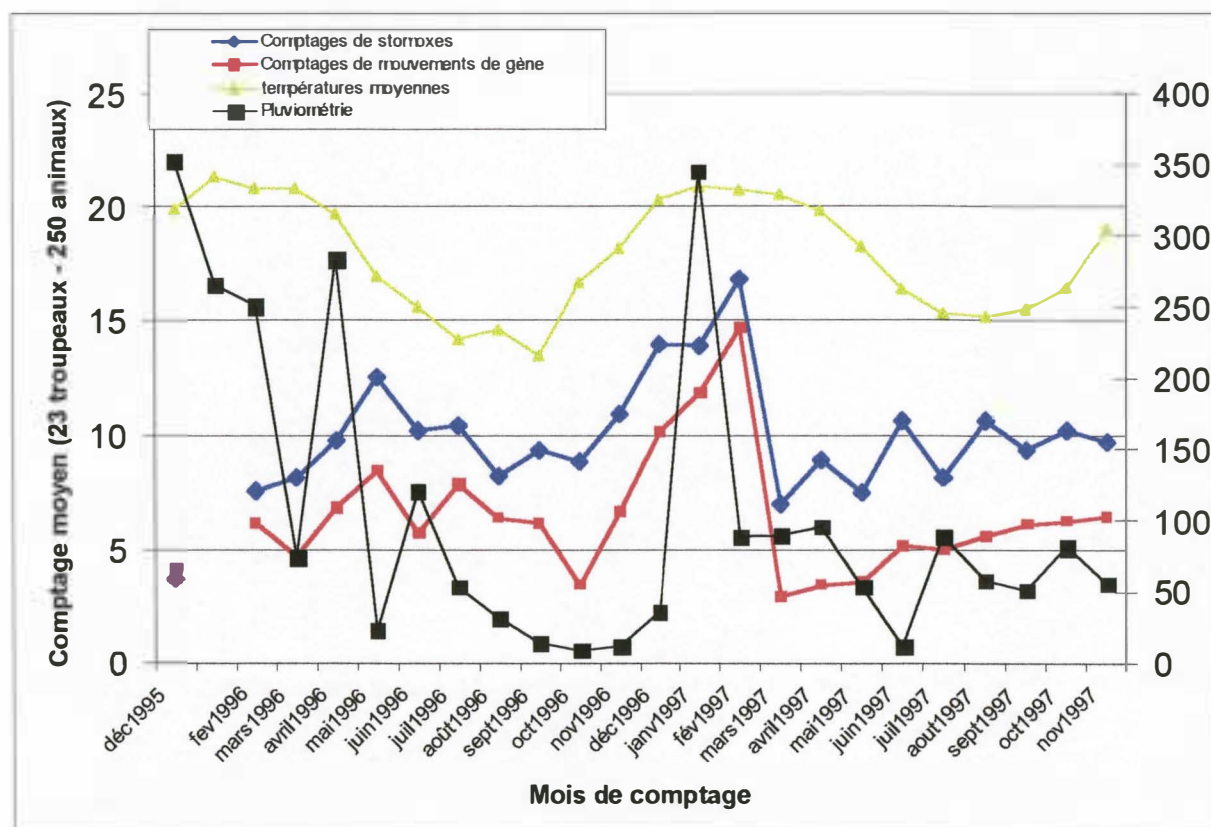


Figure 11 : Evolution du nombre moyen de mouche et de mouvements de gène (23 troupeaux) par mois durant la période de suivi. Evolution de la température moyenne et de la pluviométrie.

Effet	Signif.	Catégorie	Nb	Moyenne ajustée Nb de mouches par demi-corps
Lacher	0.5230	Absence	194	8.10
		Présence	227	6.84
Type	0.0020	Allaitant	114	3.75
		Laitier	178	10.07
		Engraisseur	129	10.91
Saison	0.0048	Décembre 95 - mai 96	54	7.31
		Juin 96 – novembre 96	109	6.60
		Décembre 96-mai 97	124	8.96
		Juin 97 – novembre 97	134	7.10
Déparasitage	0.4969			

Tableau XXVII : Résultats de l'analyse des sources de variation du nombre de mouches
421 moyennes mensuelles

pour cela, rappelons le) ne permet pas de les déceler. Il faudrait pour cela pouvoir comparer des élevages avec et sans lacher à des altitudes et sous des conditions climatiques identiques, et ayant les mêmes types de logement pour leurs animaux. Trois communes, St Louis, 3 bassins et la Plaines des Cafres, permettent au moins de comparer des élevages avec et sans lacher (6 au total), en supposant que les conditions climatiques sont identiques pour une même commune. Là encore, aucun effet des lachers n'apparaît ($p=0,9139$). Il apparaît essentiel dans la suite du projet, pour valider l'efficacité de la lutte biologique, de prévoir la mise en place d'un suivi entomologique longitudinal de quelques troupeaux représentatifs, ayant des caractéristiques voisines (situation, climat, effectif, type de production, performances zootechniques, bâtiments ...), tout en s'assurant de la reproductibilité et de la répétabilité des critères mesurés.

2.4. Les performances zootechniques

Par rapport aux données sanitaires, il paraissait intéressant d'étudier l'évolution des performances zootechniques sur la durée du projet et comparer les élevages du suivi en ferme à des élevages témoins. Trois types de données ont été recueillis : les données de production laitière (contrôle laitier de l'EDE), les données de croissance pondérale des jeunes bovins chez les éleveurs allaitants (EDE) et chez les éleveurs engraisseurs (EDE et SICAREVIA), et les données du suivi de la reproduction en élevages laitiers (EDE). Il y a cependant des limites « évidentes » à ces comparaisons qu'il faut connaître avant même de lancer les analyses. Il sera difficile d'évaluer le bénéfice zootechnique lié à la lutte chimique ou biologique en comparant des élevages avec et sans lutte, si l'on ne connaît pas les autres caractéristiques susceptibles d'influencer elles aussi les performances des animaux. Trois effets seront systématiquement inclus dans les analyses, l'effet zone (4), l'effet du suivi (présence ou absence de lutte intensive) et l'effet année (évolution des performances dans le temps). Les analyses ont été réalisées sous SAS (PROC MIXED, GLIMMIX) (SAS Institute Inc, 1989).

2.4.1. La production laitière

On dispose grâce au contrôle laitier de plus de 8000 mesures de production laitière dans les 10 troupeaux laitiers du suivi en ferme et dans 10 élevages témoins répartis équitablement dans les mêmes zones que les précédents (tirage aléatoire). Les élevages témoins sont des élevages dans lesquels aucune lutte biologique n'a été mise en place, mais dans lesquels une lutte chimique peut avoir été effectuée (lutte rendue obligatoire par arrêté préfectoral) mais de manière moins intensive que pour les élevages du suivi en ferme (lutte chimique gratuite). A partir de ces contrôles, près de 1000 lactations ont pu être reconstruites et ajustées à 300 jours. Il conviendra cependant d'être très prudent dans les comparaisons suivi en ferme / témoin. En effet la quantité totale de lait produite dans une lactation est sous la dépendance de nombreux facteurs d'élevage et facteurs individuels qu'il nous est impossible de prendre en compte. En d'autres termes, il est impossible de faire la part des choses entre ce qui revient à la mise en place d'une action contre les tiques ou les mouches ou ce qui revient aux pratiques des éleveurs, plus ou moins performants les uns par rapport aux autres, et ce indépendamment de la mise en place d'une lutte. On gardera également à l'esprit que l'évolution des performances dans le temps (effet année) est le principal but de ces analyses. Les résultats figurent dans le tableau XXVIII

Effet	Signif.	Catégorie	Nb	Moyenne ajustée
Rang lactation	0.0001	Primipare	262	4269
		Multipare	735	4726
Zone	0.2047	Plaines	202	4243
		St Joseph	397	4645
		Hauts Ouest	239	4817
		Sud	159	4286
Année vêlage	0.0001	1995	417	4502
		1996	389	4775
		1997	191	4213
Lots suivi - témoin	0.0001	Suivi en ferme	596	4914
		Témoin	401	4081

Tableau XXVIII : Résultats de l'analyse des sources de variation des quantités totales de lait produites par lactations (300 jours). 997 observations.

On constate un effet du rang de lactation (+457 Kg pour les multipares), un effet du suivi (+833 Kg pour les élevages du suivi en ferme) et un effet année de vêlage (1996 supérieur de 273 kg par rapport à 1995 et supérieur de 562 kg par rapport à 1997). L'effet du rang de

lactation est un effet connu. L'effet du suivi peut être en partie lié à la lutte chimique plus intensive contre les stomoxes et les tiques et en corrolaire, une plus faible prévalence des hémoparasitoses et une spoliation sanguine diminuée. Cela a déjà été décrit en particulier aux USA (Poulin, 1987). Il est fort probable que cette différence soit également due à d'autres facteurs liés à la compétence et à la motivation des éleveurs. L'absence d'effet zone ne permet pas de conclure à un effet potentiel de la lutte biologique. L'évolution temporelle n'est pas régulière et il est difficile de conclure la aussi sur un effet de la lutte.

2.4.2. Les performances pondérales

On dispose grâce au contrôle des performances pondérales organisée par l'EDE et la SICAREVIA des pesées des jeunes animaux jusqu'au sevrage et de la croissance des bovins en ateliers d'engraissement. Les données sont disponibles chez 3 éleveurs allaitants sur toute la période 95-97 et chez 7 engraisseurs entre 94 et 97. On a pu comparé les résultats des éleveurs allaitant à ceux d'éleveurs témoins » choisis au hasard (6 au total). En élevages allaitants, 3846 pesées exploitables ont abouti au calcul de près de 650 gmq entre 4 et 8 mois d'âge. Cette fourchette d'âge a été retenue de manière à permettre de travailler sur un maximum d'animaux. Les résultats sont présentés dans le tableau XXIX. En ateliers d'engraissement, 2164 pesées ont abouti au calcul de 469 GMQ pour les 6 mois qui suivent l'entrée en atelier. Il n'a pas été possible de comparer ces résultats à ceux d'élevages témoins. Seuls les effets zone et année sont donc présentés (tableau XXX).

Effet	Signif.	Catégorie	Nb	Moyenne ajustée
Zone	0.6688	Plaines	386	807
		Hauts Ouest	255	841
Année du poids à 4 mois	0.2655	1995	207	806
		1996	305	817
		1997	129	838
Lots suivi – témoin	0.6125	Suivi en ferme	518	803
		Témoin	123	844

Tableau XXIX : Résultats de l'analyse des sources de variation des gmq 4-8 mois (grammes/jour) en élevages allaitant. 641 observations.

Effet	Signif.	Catégorie	Nb	Moyenne ajustée
Zone	0.4139	St Joseph	78	1017
		Sud	391	856
Année de l'entrée en atelier	0.0294	1994	119	919
		1995	125	906
		1996	158	938
		1997	67	983

Tableau XXX : Résultats de l'analyse des sources de variation des gmq entrée - +6mois (grammes/jour) en ateliers d'engraissement. 469 observations.

Pour la croissance en élevages allaitant, aucun effet n'est significatif. Seules 2 zones ont pu être comparées pour les 3 années du suivi. Comme pour la production laitière, il existe très probablement d'autres facteurs non pris en compte dans l'analyse à l'origine d'une part importante de la variabilité des résultats. De la même manière, aucun effet n'est significatif si l'on analyse non plus les gmq mais les poids à 4 mois et à 8 mois.

Pour la croissance en ateliers d'engraissement, on note un effet année, lié essentiellement à un gmq moyen élevé en 1997. Ici également, l'augmentation du GMQ peut être en partie lié à la lutte chimique contre les vecteurs, une plus faible prévalence des hémoparasitoses et

une spoliation sanguine diminuée. Des observations similaires ont été décrites aux USA (Poulin, 1987). L'absence d'effet zone est à relativiser dans la mesure où seul un éleveur sur 7 est localisé dans zone de St Joseph. On notera également la variabilité importante d'un troupeau à l'autre dans les GMQ, avec des écarts moyens pouvant atteindre 400 grammes entre 2 élevages différents. Ces écarts pourraient être liés à des différences d'âge à l'entrée en atelier.

2.4.4. Les performances de reproduction en élevages laitiers

Plusieurs agents infectieux transmis par les tiques et les stomoxes ont des répercussions bien connues sur les performances de reproduction. C'est le cas notamment de la fièvre Q, de la chlamydiose et de la maladie des muqueuses, qui peuvent provoquer avortements, métrites, malformations fœtales et infertilité (Brownlie et al., 1987 ; Durand, 1993 ; Holliman et al., 1994). Il apparaît donc judicieux de comparer les résultats de reproduction des éleveurs du suivi en ferme à ceux d'élevages témoins, dans lesquels on peut supposer que la lutte chimique a été mise en œuvre de manière moins intensive. Les données de reproduction sont disponibles pour 7 éleveurs du suivi en ferme et 10 éleveurs témoins, jusqu'à la fin 96 (EDE-CIRAD). Quatre critères ont été analysés, le taux de réussite de l'insémination première, l'intervalle vêlage – insémination première, l'intervalle - vêlage insémination fécondante et le taux d'avortement. L'analyse a été volontairement restreinte aux élevages laitiers, aux inséminations artificielles, et aux zones des Plaines et de St Joseph pour équilibrer la répartition des observations entre éleveurs du suivi en ferme et éleveurs témoins. On dispose in fine de 1400 inséminations artificielles de premier rang, de plus de 900 cycles vêlage-vêlage, et de 91 enregistrements d'avortement, sur la période 94-96. Les tableaux XXXI et XXXII présentent les résultats pour le taux de réussite en inséminations premières et les intervalles vêlage - insémination première et vêlage - insémination fécondante.

Effet	Signif.	Catégorie	Nb	Moyenne ajustée
Année	0.0605	1994		46%
		1995		38%
		1996		45%
Saison	0.5871	Décembre – Mai		44%
		Juin – Novembre		42%
Zone	0.0692	Plaines		38%
		St Joseph		48%
Rang de lactation	0.0001	Génisses		56%
		Primipares		37%
		Multipares		36%
Lots suivi – témoin	0.5851	Suivi en ferme		45%
		Témoin		42%

Tableau XXXI : Résultats de l'analyse des taux de réussite en insémination première. 1404 observations.

Sur la période 1994-1996, il y eu chez 7 éleveurs du suivi en ferme et 10 éleveurs témoins 1475 vêlages dont 91 avortements (6,2%). 7,1% ont eu lieu chez les éleveurs témoins et 4,6% chez les éleveurs suivis. La différence est significative ($p=0.046$) et pourrait être liée à un effet de la lutte contre les tiques et les mouches sur la fréquence des maladies de la reproduction comme la chlamydiose et la fièvre Q. Il est cependant difficile de confirmer cette hypothèse sans informations complémentaires concernant les vaccinations éventuellement mises en œuvre chez l'ensemble des éleveurs. Pour les autres critères, aucun effet n'est significatif si ce n'est une réussite supérieure attendue chez les génisses (Lanot et al., 1996).

Effet	Signif		Catégorie	Moyenne ajustée	
	V-I1	V-If		V-I1	V-If
Année	0.8770	0.8736	1994	74	129
			1995	73	132
			1996	74	128
Saison	0.1335	0.1117	Décembre – Mai	76	135
			Juin – Novembre	72	125
Zone	0.2772	0.2773	Plaines	71	138
			St Joseph	77	122
Rang de lactation	0.3605	0.7183	Primipares	75	129
			Multipares	73	131
Lots suivi – témoin	0.3793	0.1199	Suivi en ferme	76	141
			Témoin	71	119

Tableau XXXII : Résultats de l'analyse des intervalles vèlages – inséminations premières et vèlage – insémination fécondante. 908 observations.

Conclusions

Le suivi en fermes a été mis en place pour estimer l'impact dans le temps des actions de lutte contre les mouches et les tiques menées dans le cadre du projet POSEIDOM « Eradication des babesioses et de l'anaplasmose à la Réunion » à l'échelle de l'île. Pour ce qui concerne les aspects sanitaires et zootechniques, la variabilité entre troupeaux est généralement élevée et les critères de variabilité nombreux. Il importe de réaliser les comparaisons toutes choses égales par ailleurs si l'on souhaite pouvoir cerner des éléments de causalité.

Le choix initial des éleveurs n'a pas pris en compte les caractéristiques des troupeaux susceptibles de faire varier les performances zootechniques ou les critères sanitaires au même titre que la lutte anti-vectorielle (localisation géographique précise - altitude, climat, effectifs entretenus, pratiques d'élevage, locaux d'élevage, niveaux antérieurs de production, prophylaxies médicales, traitements insecticides...). Durant la période de suivi, certains éléments d'importance n'ont pas été recueillis de manière complète. C'est le cas des enregistrements cliniques d'hétoparasitoses. Beaucoup de cas sont traités par les éleveurs et ne sont pas signalés aux vétérinaires. Or on sait que les pertes maximales sont occasionnées par les cas cliniques. C'est le cas également des analyses sérologiques vis à vis des hétoparasitoses chez les éleveurs du suivi en ferme. L'évolution de la prévalence sur 4 années chez les jeunes de moins d'un an aurait permis d'objectiver l'impact « sanitaire » de la lutte anti-vectorielle, en particulier sur les hétoparasitoses. Enfin, des informations sur l'évolution des populations de tiques auraient permis de faire la relation entre la fréquence des cas cliniques, la prévalence sérologique et la lutte anti-vectorielle (les babesioses ne sont transmises que par les tiques).

Ces éléments seront très utiles pour raisonner et mettre en place un échantillonnage et un suivi de troupeaux différents, adaptés à des objectifs plus larges, dans le cadre de la phase II du POSEIDOM.

Bibliographie

- Adoux, C., Bonczak, J. M., Carboniere, J. M., Carraud, A., Coche, B., Eloit, M., Guerin, B., Holleville, P., Joly, A., Moquay, V., Petit, E., Roubin, Y., Savey, M., Tholoniat, C., Touratier, A., 1993, Compte rendu des travaux du groupe BVD-MD, 52p.
- Alonso, M., Camus, E., Rodriguez Diego, J., Bertaudière, L., Tatareau, J. C., Liabeuf, J. M., 1992, Situation actuelle des hémoparasitoses bovines en Martinique, *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 45, (1), 9-14
- Applewhaite, L. M., Craig, T. M., Wagner, G. G., 1981, Serological prevalence of bovine babesiosis in Guyana, *Trop. Anim. Hith Prod.*, 13, 13-18
- Barre, N., 1980, Parasites des animaux domestiques à la Réunion., Inventaires moyens de lutte, CIRAD EMVT, Réunion, 1980, 101p.
- Barre, N., 1981, Lutte contre les tiques du bétail et les maladies transmises., Compe rendu de mission aux îles maurice et Rodrigues., IEMVT, Maurice, 1981, 65p.
- Barre, N. and Lanot, F., 1994, Protocoles scientifiques et techniques, Poseidom Vétérinaire., CIRAD, Réunion, 1994, 44p.
- Blood, D. C., Radostits, O. M., Arundel, J. H., Gay, C. C., 1989, *Veterinary medecine*, Baillière Tindal.(Ed.), Baillière Tindal, London, 1989, Seventh, (1), 3-1502
- Brownlie J., Clarke M.C., Howard C.J., Pocock D.H., 1987, Pathogenesis and epidemiology of bovine virus diarrhoea virus infection of cattle, *Ann. Rech. Vét.*, 18, 157-166.
- Camus, E., Barré, N., 1988, La cowdriose, Etudes et synthèses de l'IEMVT, IEMVT.(Ed.), IEMVT, (4), 152p.
- Camus, E., Martinez, D., Beauperthuy, L., Benderdouche, A., Coisne, S., Corbette, C., Denormandie, N., Garris, G., Harris, E., King, T., Lannoy, L., Louvet, A., Lunel, E., Montrose, M., Nisbett, B., Nyack, B., Robinson, J., Rouchosse, P., Swanson, G. B., Thiébot, B., Thye, G. D., 1993, Heartwater in Guadeloupe and in the Caribbean, *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 46, (1-2), 109-114
- Camus, E., Montenegro-James, S., 1994, Bovine anaplasmosis and babesiosis in the lesser Antilles : risk assessment of an unstable épidémiologic situation., *Vet.Res.*, 1, (25), 313-317
- Dufour B., Vaesken L., 1994, Bilan de la lutte contre la leucose bovine enzootique en France en 1993, *Epidémiol. Santé Anim.*, 26, 95-102.
- Du Plessis, J. L., Bezuidenhout, J. D., Brett, M. S., Camus, E., Jongejan, F., Mahan, S. M., Martinez, D., 1993, the sero-dianosis of heartwater : a comparaison of five tests, *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 46, (1-2), 123-129
- Durand,M.P., 1993, L'excrétion lactée et placentaire de *Coxiella burnetti*, agent de la fièvre Q, chez la vache. Importance et prévention, *Bull. Acad. Natle Méd.*, 177, 6, 935-946.
- EDE, Chambre d'Agriculture de la Réunion, 1995, Les effectifs du cheptel bovin Réunionnais, 52p.
- Gitau, G. K., Perry, B. D., Katende, J. M., McDermott, J. J., Morzaria, S. P., Young, A. S., 1997, The prevalence of serum antibodies to tick-borne infections in cattle in smallholder dairy farms in Murang' a district, Kenya ; Across-selectional study., *Preventive veterinary medicine*, 30, 95-107
- Holliman A., Daniel R.G., Parr J.G., Griffiths P.C., Bevan B.J., Martin T.C., Hewinson R.G., Dawson M., Munro R., 1994, Chlamydiosis and abortion in a dairy herd, *Veterinary Record*, 134, 500-502.
- Houe, H., 1993, Serological analysis of a small herd sample to predict presence or absence of animals persistently infected with bovine viral diarrhoea virus (BVDV) in dairy herds, *research in veterinary science*, 53, 320-323
- Huber, N. L., Digiacomo, R. F., Evermann, J. F., Studer, E., 1981, Bovine leukemia virus infection in a large holstein herd: prospective comparison of production and reproductive performance in antibody-negative and antibody-positive cows, *Am. J. Vet. Res.*, 42, (9), 1477-1481
- Inaba, Y., Matumoto, M., 1990, Akabane Virus, IEMVT.(Ed.), IEMVT, Maison Alfort, 1990, IEMVT, (43), 467-479
- Lanot, F., 1996, Poseidom vétérinaire : "éradiction des babésioses et de l'anasplasmose à la Réunion"/Bilan sérologique initial/Résultats, CIRAD/EMVT-INRA, Ile de la Réunion, 22p.

Lanot, F., Bigot, C. E., 1996, Fécondité des vaches laitières sur l'île de la Réunion. Bilan des six années de suivi de reproduction, CIRAD-EMVT, Ile de la Réunion, 76p.

Lanot, F., Nabeneza, S., 1995, Programme de santé familiale/Etat d'avancement et résultats au 1er Avril 1995, CIRAD-EMVT, Ile de la Réunion, 14p.

Lanot, F., Nabeneza, S., Lallement, P., Lebon, A., Desmulier, X., 1995, Etude sérologique des troubles respiratoires des jeunes bovins à l'entrée en ateliers d'engraissement, CIRAD EMVT, ARIBEV, SICAREVIA, St Denis de la Réunion, 9p.

Literak, I., Kroupa, L., 1998, Herd-level *Coxiella burnettii* seroprevalence was not associated with herd-level breeding performances in Czech dairy herds, Preventive veterinary medicine, 33, 261-265

Mahoney, D. F., 1977, Babesia of domestic animals, Academic Press, New York, 52p.

Martinez, D., Aumont, G., Moutoussamy, M., Gabriel, D., Tatareau, A. H., Barré, N., Vallée, F., Mari, B., 1993, Epidemiological studies on dermatophilosis in the Caribbean, Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop., 46, (1-2), 323-327

Martinez, D., Coisne, S., Sheikboudou, C., Jongejan, F., 1993, Detection of antibodies to *Cowdria ruminantium* in the serum of domestic ruminants by indirect ELISA, Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop., 46, (1-2), 115-120

Martini, M., Baldelli, R., Paulucci de Calboli, L., 1994, An epidemiological study on Q fever in the Emilia-Romagna Region, Italy, Zbl. Bakt., 280, 416-422

Mondry, R., Martinez, D., Camus, E., Liebisch, A., Katz, J. B., Dewald, R., Van Vliet, A. H. M., Jongejan, F., 1998, Validation and comparison of three enzyme-linked immunosorbent assays for the detection of antibodies to *Cowdria ruminantium* infection, Annals New York Academy of Sciences, (849), 262-272

Montenegro-James, S., Guillen, A. T., Ma, S. J., Tapang, P., Abdel-Gawad, A., Toro, M., Ristic, M., 1990, Use of the dot-enzyme-linked immunosorbent assay with isolated *Anaplasma marginale* initial bodies for serodiagnosis of anaplasmosis in cattle, Am. J. Vet. Res., 51, (10), 1518-1521

Moorgessenpillay, R., 1981, Development of a sampling plan for estimating the absolute population of *Stomoxys nigra macquart* (Diptera, Muscidae) in Mauritius, Insect. Sci. Applications, 1, 133-137

Norton, J. H., Tranter, W. P., and Campbell, R. S. F., 1989, A farming systems study of abortion in dairy cattle on the Atherton tableland, Australian Veterinary Journal, 66, (6), 163-167

Poulin, E., 1987, L'anaplasmose: résultats d'une enquête sérologique à l'île de la Réunion, ENVT, 1-170

Pruniaux, O., Hossein-Zadey, G., and Guignard, A., 1991, La leucose bovine enzootique à la Réunion. Résultats d'une enquête sérologique., Revue médecine vétérinaire, 142, (6), 489-491

Rhone Mérieux, 1997, Coffret pour la détection des anticorps anti-BVD/BD dans le sérum chez les ruminants. Technique immuno-enzymatique par blocage, Rhone Merieux, 1-6

Russo, P., 1990, Recherche des anticorps contre la chlamydie et/ou la fièvre Q des ruminants dans le sérum par la méthode de fixation du complément, CNEVA, Programme d'accréditation N°109 du réseau national d'essais, 1-8

SAS Institute Inc, 1989, SAS/STAT User's guide, SAS Institute Inc., Cary, NC, 90, 4, (6), 1686p.

Synbiotic, 1998, Coffret pour la détection des anticorps anti-GP 51 du virus de la leucose bovine (BLV) dans le sérum. Technique immuno-enzymatique par blocage, Synbiotic, 5p.

Tarry, D. W., Bernal, L., Edwards S., 1991, Transmission of bovine virus diarrhoea virus by blood feeding flies, veterinary record, 128, 82-84

Thioulouse, J., Chessel, D., Dolédec, S., Olivier, J. M., 1997, ADE 4, a multivariate analysis and graphical display software, Statistics and computing, 7, 75-83

Toma, B., Eloit, M., Parodi, A.-L., 1984, Epidémiologie, diagnostic et prophylaxie de la leucose bovine enzootique, Le point vétérinaire, 16, 13-28